

ALP

*AUDIOPHIELE
GELUIDSDRAGER*

ZELFBOUW

LUIDSPREKERS

A-15

*HIGH END
KLASSE-A
VERSTERKER*

COLOFON

Dit is een uitgave
van de uitgeverij
Audio & Techniek
postbus 748
3000 AS Rotterdam
postrekening
5822023
losse nummerprijs
fl. 17,50

*Aan dit nummer
werkten mee :*

Cas Bontebal

Eddy Burger

Eelco Grimm

Frits Savelkoul

John van der Sluis

De lay-out werd
gemaakt op een Atari
ST met behulp van
de volgende
programmatuur :

1st Word Plus
Signum!
Timeworks DTP

tekeningen :

Degas Elite
STAD

Drukwerk :

DRUKKERIJ
De Singel
Venusstraat 23
9933 CS Delfzijl
tel. 05960-19449

met dank aan:

Ready Zet Go
Leidsekade 98
Amsterdam
020-327718

voor verleende
zefaciliteiten

INHOUD

jaargang 1988, nummer 2

REDAKTIONEEL	4
ALP!	16
een primeur : een nieuwe geluidsdrager die de goede eigenschappen van de plaat met die van de CD combineert.	
HI FI NIEUWS	12,47
Nieuwtjes over Hi Fi produkten en accessoires	
STEREO KLASSE-A VERSTERKER A-15	5
de jongste telg, een versterker van hoge klasse	
LUIDSPREKER ZELFBOUW	19
over het berekenen van allerlei luidsprekerkasten en filters. Dit artikel sluit aan bij ons op disk geleverde programma	
DRIE-WEG SYSTEEM L-80	36
Na jaren weer een nieuw ontwerp en van zeldzame kwaliteit	
SINUS GENERATOR	31
door Eddy Burger een uit nood geboren meetsysteem waarmee vervorming in versterkers gemeten kan worden	
TWEAKEN VOOR DUIZEND PIEKEN	30
door Eelco Grimm een enthousiast verhaal over een low budget installatie met high end aspecten	
LEZERSPOST	48
dit keer met een schema van een lezer	
CLASSIFIED	18
kleine advertenties	
ATARI NIEUWS	47

Dit is de derde druk van A&T nummer 2.

Gedrukt bij Drukkerij De Singel juni 1989

REDAKTIONEEEL

Ons eerste nummer (88/1) bleek een schot in de roos. Nooit eerder zagen we zo'n geweldige respons op een rondschrijven. We kregen ook veel reacties op de inhoud. De nadruk die in het eerste nummer op zelfbouw lag wordt zeer gewaardeerd en we continueren deze artikelen, waarbij ook ingezonden ideeën en schakelingen een plaatsje in het blad krijgen.

We maken A&T geheel in eigen beheer. De teksten worden ingevoerd in de computer via een tekstverwerker en de met een tekenprogramma vervaardigde tekeningen kunnen in de tekstverwerker tussen de tekst gevoegd en bekeken worden. Vervolgens worden de teksten en tekeningen in een zgn. "Desktop Publishing" programma opgemaakt, zodat we op het scherm zien hoe de definitieve druk wordt. Daarna worden de "DTP" bestanden uitgeprint op een laser printer. Die afdrucken gaan naar onze drukker in Delfzijl die voor het drukken en binden zorgt.

In het begin waren er wat problemen. Onze Rotterdamse drukker had de originelen zoek gemaakt en om snelheid te winnen is toen vanaf kopiën gedrukt. Die kwaliteit was heel slecht. We hebben daarna het nummer 1 nog twee maal gedrukt en dat verliep goed.

Met dit tweede nummer was er een ander probleem. Het DTP programma accepteert geen formules! Het artikel over luidspreker zelfbouw is daarom met een ander programma verwerkt. Dit **SIGNUM** programma levert een ander lettertype zoals U kunt zien. We zijn er benieuwd naar wat U van de diverse zetsels in dit nummer vindt.

Er waren ook enkelen die het op prijs zouden stellen indien we een oordeel zouden willen geven over de huidige verkrijgbare hi fi apparatuur. Op die vraag kunnen we voorlopig slechts mondjesmaat ingaan. Een goede test is zeer arbeidsintensief en we hebben er ook een meetinstrumentarium bij nodig waar we nu (nog) niet over beschikken. We bereiden een paar kleine testen voor die in de komende nummers gepubliceerd zullen worden. Mammoet-testen kunt U voorlopig niet van ons verwachten.

In dit nummer vindt U het slotartikel over de nieuwe SA-15 versterker. De eerste exemplaren draaien al weer enige maanden en de reacties zijn, als vanouds, heel gunstig.

Uw reacties stellen we buitengewoon op prijs. Brieven, commentaar en schema's zijn welkom dus

Sommigen waren in de gelegenheid om de versterker te vergelijken met de A-20 en op punten als 'ruimtelijkheid', 'diepte' en 'doorzichtigheid' wint het nieuwe ontwerp het. Zelfs het vermogen bleek onder huiskamer omstandigheden geen probleem. De A-20 is inmiddels uitverkocht en we zijn van plan om daarvoor in de plaats een opgewaardeerde versie van de SA-15 aan te bieden. Het vermogen wordt dan ook iets groter : 30 Watt aan 8 Ohm resp. 120 Watt aan 2 Ohm. Uiteraard worden dat weer monoblokken.

Dit nummer behandelt verder een door ons ontwikkeld luidspreker programma. In de tekst zijn de belangrijkste formules te vinden, waarmee met behulp van een calculator ook de nodige berekeningen zijn te maken. Het programma is zo goed dat miscalculaties vrijwel tot het verleden behoren. Er zijn nog een aantal nieuwe luidspreker ontwerpen op de plank die in komende nummers gepubliceerd kunnen worden.

Onder de titel **ALP!** vindt U een voorstel tot een beter analoog systeem te komen. De voorgestelde techniek is met eenvoudige middelen te beproeven en te verwezenlijken, terwijl de specificaties de CD overtreffen met behoud van het bedieningsgemak. Het is erg gemakkelijk om kritiek te hebben bij de bestaande bronnen, aardiger is het om nieuwe oplossingen aan te dragen.

In dit nummer geen buizenschakelingen. We zitten echter niet stil en in nummer 88/3 staat het definitieve schema van een buizen eindversterker.

Op het gebied van voor- en regelversterkers komt er ook nog het nodige aan, zowel in buizen als transistor techniek. De in dit nummer bij de SA-15 toegevoegde correctie voorversterker is in elk geval heel wat aangener voor de oren dan de meeste commerciële ontwerpen. De prints zijn los verkrijgbaar en U kunt een bestaande installatie er aardig mee opwaarderen. Bezitters van de SA-10 kunnen uit het schema het verschil met hun exemplaar halen en de oude schakeling aanpassen.

Tot nog toe hebben we geen advertenties opgenomen. Het kan zijn dat in volgende nummers advertenties van hi fi winkeliers staan. Advertenties van importeurs worden voorlopig niet geplaatst. Eens of oneens? Laat het ons weten.

***Laat eens wat
van je***



KLASSE-A STEREO VERSTERKER SA-15

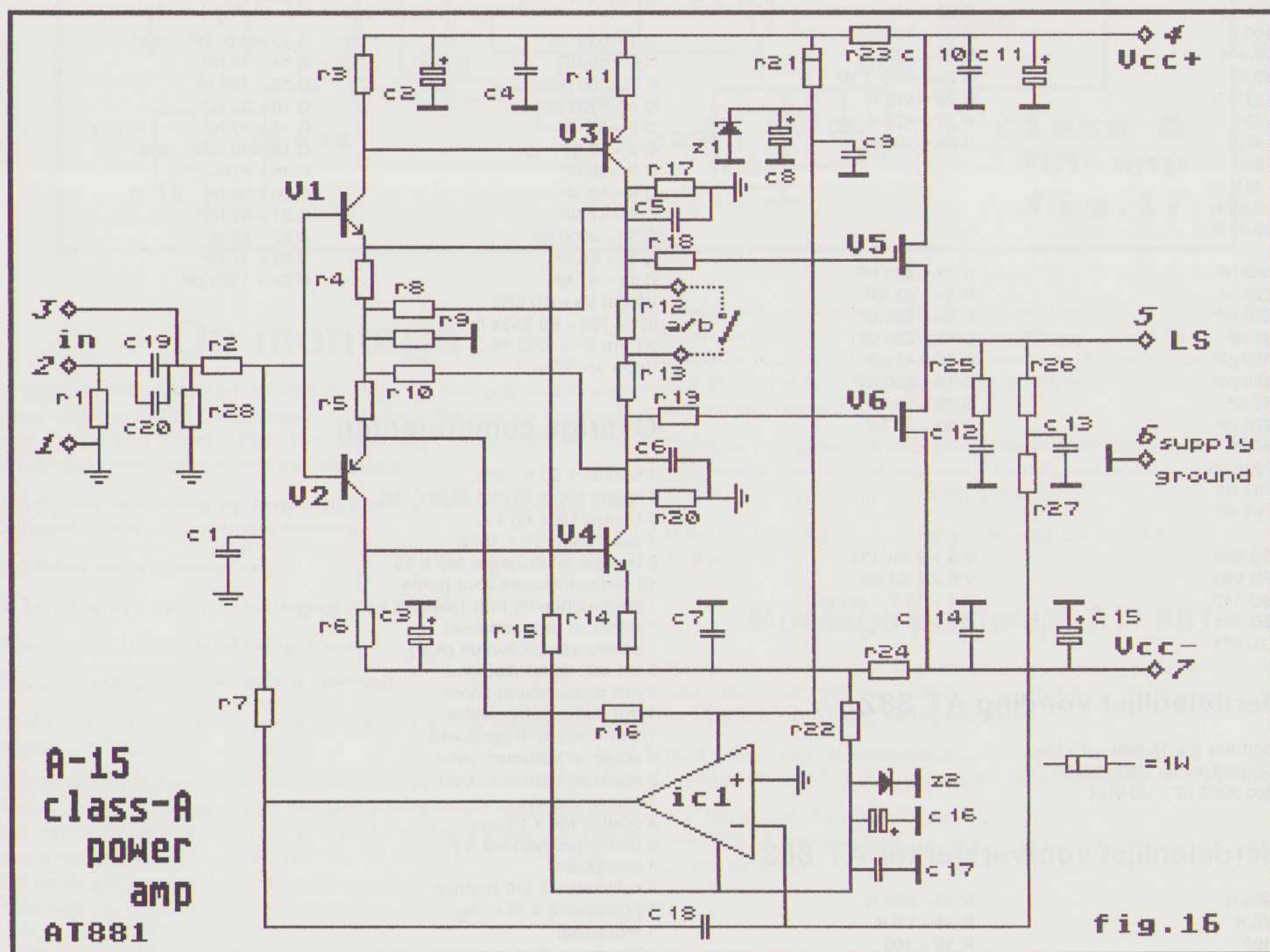
Dit is het vervolg op een artikel in AT 88/1 waarin de gang van zaken bij het ontwerpen van deze versterker besproken werd.

De versterker is de opvolger van de SA-10, die allerwegen goed ontvangen werd. Hij geeft iets meer vermogen en het stereo-beeld is wat beter. Een laatste verschil is dat het hoog wat "schoner" is. Op dat laatste punt had o.m. Henk Scheek enige kritiek op de SA-10, waarbij we niet moeten vergeten dat hij "AITOS" en "AUDIO RESEARCH" buizen versterkers gewend is.

In het vorige artikel hebben we gemeld dat we nogal wat moeilijkheden hadden in de metingen daar de generatoren vast bijverschijnselen vertoonden. We hebben nu een nieuwe generator met meetbrug gebouwd, die een variant is op een eerder ontwerp van Peter van Willenswaard. Voor deze generator is een printplaat ontworpen. Binnenkort zal die generator als kit verkrijgbaar zijn.

DE OPBOUW

In tegenstelling tot eerdere berichten hebben we er toch een geïntegreerde versterker van gemaakt. De voorversterkerprint voor MM pick up is lang en smal geworden waardoor hij rechts tegen de zijkant van de kast gemonteerd kan worden. De versterker is voorzien van een keuzeschakelaar en een volumeregelaar. Een balansregelaar is er dus niet. We hebben zeer uitgebreid getest op dit aspect. Onze conclusie is dat zelfs als er een akoestische onbalans is (door asymmetrische kamerafmetingen) of een klein verschil in luidsprekers de balansregelaar afbreuk doet aan de geluidskwaliteit.



HET SCHEMA

In figuur 16 ziet U het definitieve schema van de eindversterker. Oorspronkelijk hadden we het idee om een stereo printplaat te ontwerpen. Er waren echter goede redenen om het in mono te doen. De versterker is nu dus als mono-kit verkrijgbaar.

De versterker is geheel symmetrisch geschakeld. Voor de offset bijregeling werd een IC toegepast, zodat er niets afgeregeld hoeft te worden.

De ingang kan DC of AC aangesloten worden. Indien niet bekend is of er gelijkspanning uit een bron (tuner, cassette-deck, CD-speler) komt dan dient de AC-aansluiting (pen 2) gebruikt te worden. Dat doet wel enige afbreuk aan de geluidskwaliteit omdat we dan afhankelijk zijn van de audiophile eigenschappen van de koppelcondensatoren C19 en C20.

De spanningsversterker wordt gevormd door de transistoren V1 t/m V4. Van de collectoren van V3 en V4 is er tegenkoppeling toegepast naar de emitters van V1 en V2. De totale versterking wordt bepaald door de verhouding van resp. R8 en R10 met R9.

De problemen die we eerder hadden met de aansturing van de BD's (V3 en V4) zijn grotendeels verdwenen. Bij volle uitsturing is er nog iets van te zien. We konden het verschijnsel subjectief echter niet waarnemen en daarom, ook vanwege de gewenste eenvoud, hebben we het zo gelaten.

Alle voedingspunten werden apart ontkoppeld door parallel schakeling van een elco en een condensator. Zoals te zien is hebben we dat zelfs voor het IC zo gedaan. Ook al werkt het IC slechts voor DC (tot omstreeks 0,5 Hz!), we hebben desondanks het donkerbruine vermoeden dat er toch nog vervorming door het IC geïntroduceerd kan worden. Om die reden werd ook een wat duurder IC, de TL-071, gebruikt, waar er in theorie met de goedkoopste op amp (uA741) volstaan zou kunnen worden.

De stroomversterker bestaat uit twee vermogensfet's, die direct met de luidspreker verbonden zijn. Er werd geen begrenzing of beveiliging toegepast. De enige beveiliging is de netzekering in de voeding.

Onderdelenlijst AT881

R 1 = 100 K
R 2 = 10 K
R 3 = 1 K
R 4 = 221
R 5 = 221
R 6 = 1 K
R 7 = 100 K
R 8 = 27,4 K
R 9 = 22,1
R 10 = 27,4 K
R 11 = 121
R 12 = 47,5
R 13 = 200
R 14 = 121
R 15 = 3,32 K
R 16 = 3,32 K

R 17 = 7,5 K
R 18 = 200
R 19 = 200
R 20 = 7,5 K
R 21 = 475 - 1 W
R 22 = 475 - 1 W
R 23 = 100
R 24 = 100
R 25 = 10 - 1 W
R 26 = 475 K
R 27 = 475 K
R 28 = 100 K

R 5 = 68,1 K
R 6 = 200
R 7 = 100
R 8 = 100
R 9 = 16,9 K
R 10 = 1,62 K
R 11 = 1 K
R 12 = 1 K

R 17 = 68,1 K
R 18 = 200
R 19 = 100
R 20 = 100
R 21 = 16,9 K
R 22 = 1 K
R 23 = 1,62 K
R 24 = 1 K

C 1 = 0,68 uF
C 2 = 10 NF
C 3 = 180 pF
C 4 = 4700 pF
C 5 = 50 uF
C 6 = 47 NF
C 7 = 10 NF
C 8 = 50 uF
C 9 = 47 NF
C 10 = 4700 pF
C 11 = 50 uF
C 12 = 47 NF
V1 t/m V4 = BC 560
IC1 + IC2 = NE 5534 A
Z1 t/m Z4 = ZPD 15
Vcc = +/- 27 Volt

C 13 = 0,68 uF
C 14 = 10 NF
C 15 = 180 pF
C 16 = 50 uF
C 17 = 47 NF
C 18 = 10 NF
C 19 = 4700 pF
C 20 = 50 uF
C 21 = 47 NF
C 22 = 50 uF
C 23 = 47 NF
C 24 = 4700 pF

C 1 = 150 pF
C 2 = 220 uF
C 3 = 220 uF
C 4 = 47 NF
C 5 = 150 pF
C 6 = 150 pF
C 7 = 47 NF
C 8 = 220 uF
C 9 = 47 NF
C 10 = 220 uF
C 11 = 47 NF
C 12 = 47 NF

C 13 = 330 NF
C 14 = 47 NF
C 15 = 220 uF
C 16 = 220 uF
C 17 = 47 NF
C 18 = 330 NF
C 19 = 1 uF
C 20 = 10 NF

V 1 = BC 550
V 2 = BC 560
V 3 = BD 140
V 4 = BD 139
IC 1 = TL 071

V 5 = 2 SK 135
V 6 = 2 SJ 50
Z 1 = 15 V - zener
Z 2 = 15 V - zener

Onderdelenlijst voeding AT 882

transformator 2 x 18 Volt - 75 VA
2 x bruggelijkrichter B80-C2200
16 x elco 2200 uF - 40 Volt

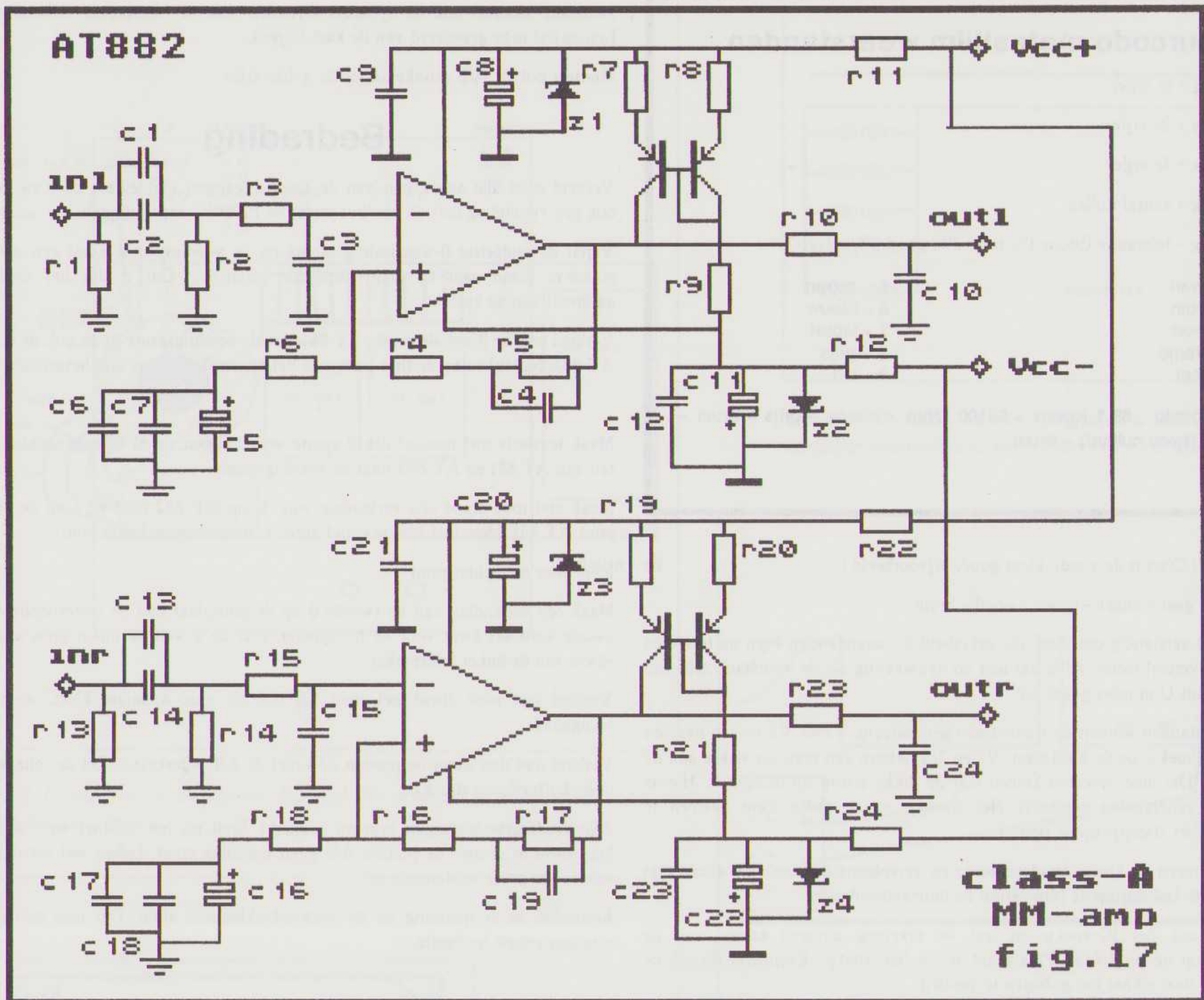
Onderdelenlijst voorversterker AT 883

R 1 = 953 K
R 2 = 75 K
R 3 = 100
R 4 = 7,5 K

R 13 = 953 K
R 14 = 75 K
R 15 = 100
R 16 = 7,5 K

Overige componenten

1 kast 35 x 20 x 8 cm.
1 koeler 200 x 75 mm (0,6°C/W)
1 beugel t.b.v. fet's
4 isolatiesets t.b.v. fet's
8 boutjes en moertjes M3 x 10
12 afstandhouders voor prints
1 zekeringhouder met zekering 1,6 A traag
1 netsnoer met doorvoer
1 schakelaar 2 x aan/uit (A/B)
3 x 1 mtr. installatiedraad
2 mtr afgeschermd snoer
1 mtr dun montagesnoer
1/2 mtr dun montagedraad
3 apparaat klemmen zwart
2 apparaat klemmen rood
14 cinch entrees
4 bouten M4 x 10 mm
9 plaatschroeven M3 x 5
1 frontplaat
1 schakelaar 2 x 6 standen
1 potmeter 2 x 50 K log
1 kroonstrip
4 IC-voeten 8 pens



De montage

Monteer eerst de voedingsprint AT-882. Daarbij is het belangrijk goed te letten op de + en - (plus en min) aansluitingen van de elco's. Tik eerst alle printpennen er in met een klein hamertje. Plaats daarna de bruggen en vervolgens de elco's. Bij alle componenten geldt de volgende soldeerwijze :

1. knip een aansluiting op lengte af, zodanig dat er nog een a twee millimeter onder de printplaat uitsteekt.
2. soldeer die aansluiting vast
3. knip daarna de andere aansluitingen op lengte
4. soldeer de laatste aansluitingen vast

Dus altijd **eerst knippen en daarna solderen!**

De AT 882 komt links aan de voorzijde in de kast met de bruggen naar links wijzend. Zie figuur 18.

Monteer nu de transformator, de netdoorvoer met netsnoer en de zekeringhouder. Verbind nu een rose aansluitdraden van de transformator met het kroonsteentje. Een aansluiting van de zekeringhouder komt aan het netsnoer. De tweede aansluiting van de zekeringhouder gaat naar de kroonstrip. Tenslotte wordt de het tweede gaatje van de kroonstrip met de overgebleven ader van het netsnoer verbonden.

Draai de uiteinden van de gele en blauwe aansluitingen van de trafo in elkaar en soldeer die door. Indien U over een universeelmeter beschikt kunt U nu de secundaire spanningen controleren. Dat moet 2 x 18 Volt AC zijn, totaal 36 Volt. Het kan iets afwijken o.m. afhankelijk van de lichtnetspanning. Maak U daarover geen zorgen. Verbreek het lichtnet.

Soldeer nu de in elkaar gedraaide gele en blauwe draad samen aan het middelste printpennetje naast de bruggelijkrichters. De twee overige draden (rood en grijs) en de buitenste twee printpennen naast de bruggen.

U kunt nu de gelijkgerichte spanning controleren. Die moet omstreeks + en - 27 Volt bedragen.

Montage printplaat AT-881

Monteer ook hier weer eerst de printpennen. In het totaal zijn er 10 pennen per print. Sla ze tot aan het kraagje in de printplaat. De aansluitingen zijn :+,-.0.0.I.S.A.B.AC.DC en ingangsaarde.

Maak hierna eerst de draadverbinding die tussen de transistoren V1 en V2 doorloopt. Op de opdruk is dat aangegeven met een streep : o-----o

Nu kunnen de weerstanden gemonteerd worden. Alle weerstanden zijn metaalfilm en hebben daarom vijf kleuringen. De laatste kleur is altijd de iets bredere bruine ring.

Kleurcode metaalfilm weerstanden

1e ring = 1e cijfer

2e ring = 2e cijfer

3e ring = 3e cijfer

4e ring = aantal nullen

5e ring = tolerantie (bruin=1%, rood=2%, goud=5%, zilver=10%)

0 = zwart

1 = bruin

2 = rood

3 = oranje

4 = geel

5 = groen

6 = blauw

7 = violet

8 = grijs

9 = wit

Voorbeeld : 68,1 Kohm = 68100 Ohm = blauw - grijs - bruin - rood (twee nullen!) - bruin

Beneden 100 Ohm is de vierde kleur goud, bijvoorbeeld :

17,5 Ohm = geel - violet - groen - goud - bruin

Het is altijd verstandig om voor alle zekerheid de weerstanden even na te meten met een universeel meter. Al is dat niet zo nauwkeurig als de weerstand zelf, een faktor 10 sluit U in ieder geval uit!

Na de weerstanden worden de transistoren gemonteerd. V1 en V2 komen overeen met het driehoekje op de printplaat. V3 en V4 hebben een metalen vlakje aan de achterzijde. Dat moet overeen komen met de dikke streep op de opdruk. Hierna worden de zenerdioden geplaatst. Het streepje op de diode dient overeen te komen met het streepje op de opdruk.

Monteer nu eerst de kleine condensatoren en vervolgens de elco's. De elco's zijn gepolariseerd. Let dus op de plus- en/of de min-aansluitingen.

Plaats nu ook het IC-voetje en laat de inkeping overeen komen met de afbeelding op de printplaat. Plaats het IC in het voetje. Eventueel dienen de pootjes iets naar elkaar toe gebogen te worden.

Indien U over een universeelmeter beschikt kunt U de schakeling provisioneel aansluiten en meten. Op de collectors van V3 en V4 dient een gelijkspanning te staan van + of -2 Volt.

Monteer de tweede printplaat identiek.

Montage van de fet's

Leg de prints onderste boven op tafel. Neem de montagebeugel en leg daar de isolatierringen aan de onderzijde in. Leg daarop de printplaat en zet die vast op een buitenste gaatje van de beugel met een boutje en moertje. Neem nu een power fet en zet de pootjes goed recht. Leg op de fet een isolatie rubber. **N.B. er is geen pasta nodig!** Plaats de fet op de printplaat en let op het typenummer. Zet de fet vast met twee boutjes en moertjes. Monteer ook de tweede fet. Zet ook de fets van het tweede kanaal op deze wijze vast.

Soldeer aan de onderzijde de twee poten van de fet's vast.

Monteer de beugel aan de koelplaat zodanig dat de onderzijde van de printplaat 12 mm boven de onderzijde van de koeler komt.

Zet het geheel vast in de kast. Twee M4 bouten komen door de bodemplaat in de koeler. De voorzijde van de prints klikken elk in twee afstandhouders van 12 mm.

Monteer nu eerst alle cinch bussen en de vier apparaat-

klemmen. Monteer ook de apparaat klemmen voor de luidspreker verbindingen. Let op dat deze geïsoleerd van de kast blijven.

Monteer ook de A/B schakelaar op de achterzijde.

Bedrading

Verbind eerst alle aardlippen van de cinch ingangen met elkaar door en maak ook een verbinding met de aardbus onder de PHONO aansluitingen.

Vanaf de middelste 0-aansluiting rechts op de voedingsprint komt een zwarte massieve draad naar de dichtstbijzijnde cinch-bus. Dat is dus het centrale aardpunt van de kast.

Verbind ook de 0 van de prints AT 881 met de voedingsprint en zo ook de 0 van AT 883. Nul (0) en aarde (het harkje in het schema) zijn dus niet hetzelfde!

Maak tenslotte met massief draad aparte verbindingen vanaf de ingangsaardpunten van AT 881 en AT 883 naar de voedingsprint.

Maak met rood draad een verbinding van +L op AT-882 naar de + op de linker print AT 881. Idem met blauw draad voor -L naar - op de linker print.

Idem voor de rechter print

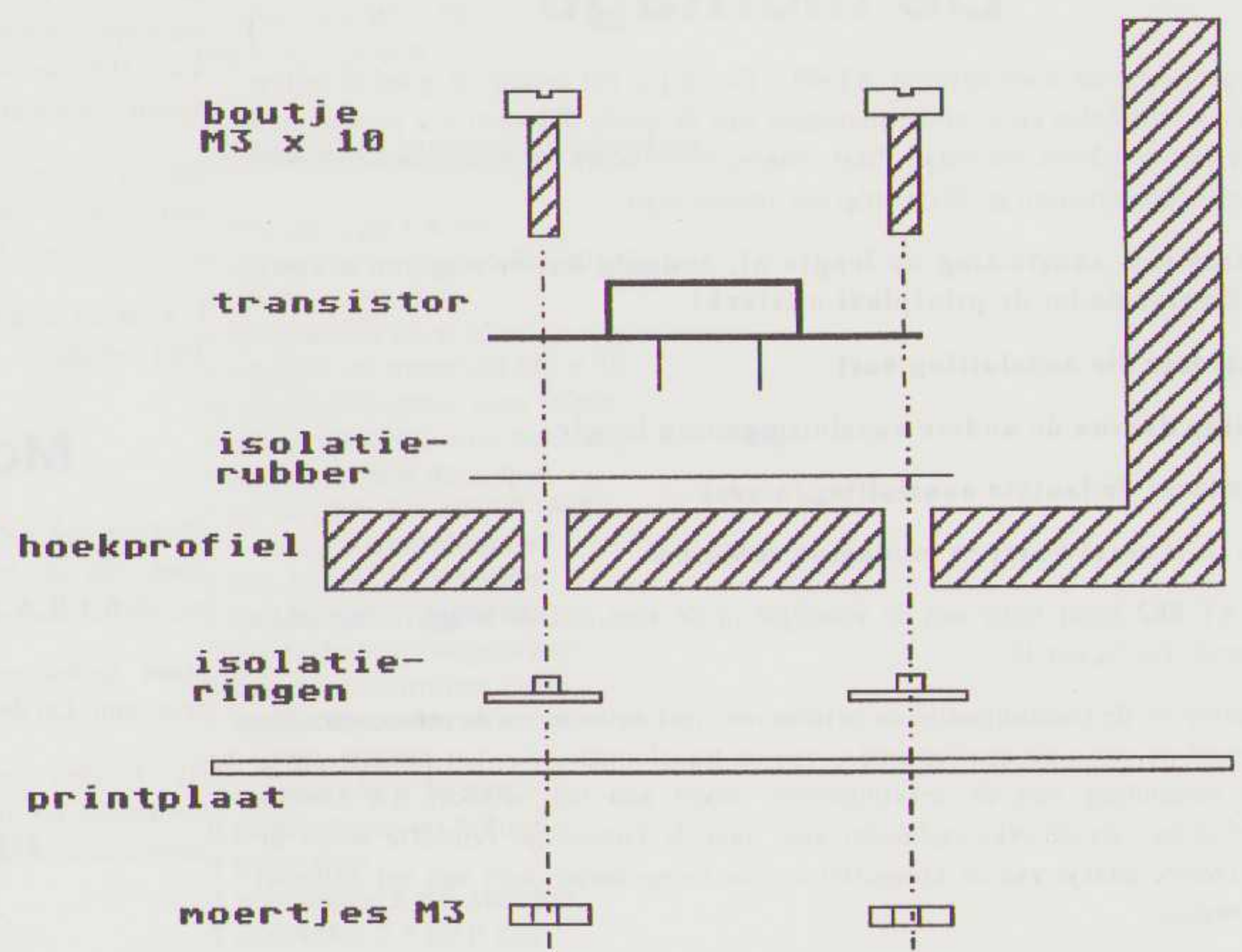
Maak een verbinding van de tweede 0 op de printplaat met de corresponderende zwarte apparaat klem voor de luidspreker. Dus de 0 van de linker print aan de -klem van de linker luidspreker.

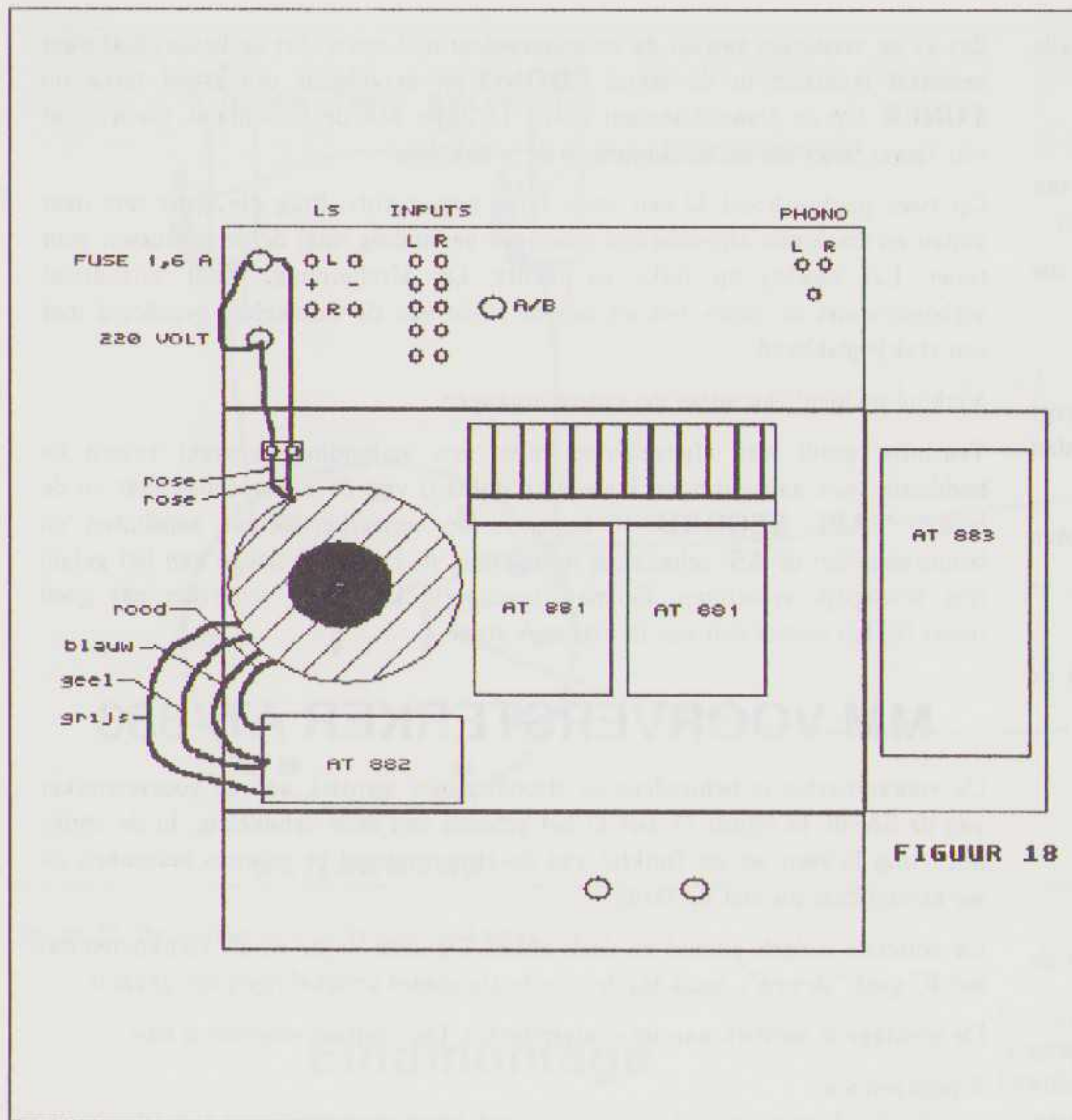
Verbind met rood draad het punt LS met de rode apparaat klem, idem als voorgaand.

Verbind met dun snoer de punten A/B met de A/B schakelaar. Zet de schakelaar in de kortgesloten stand B.

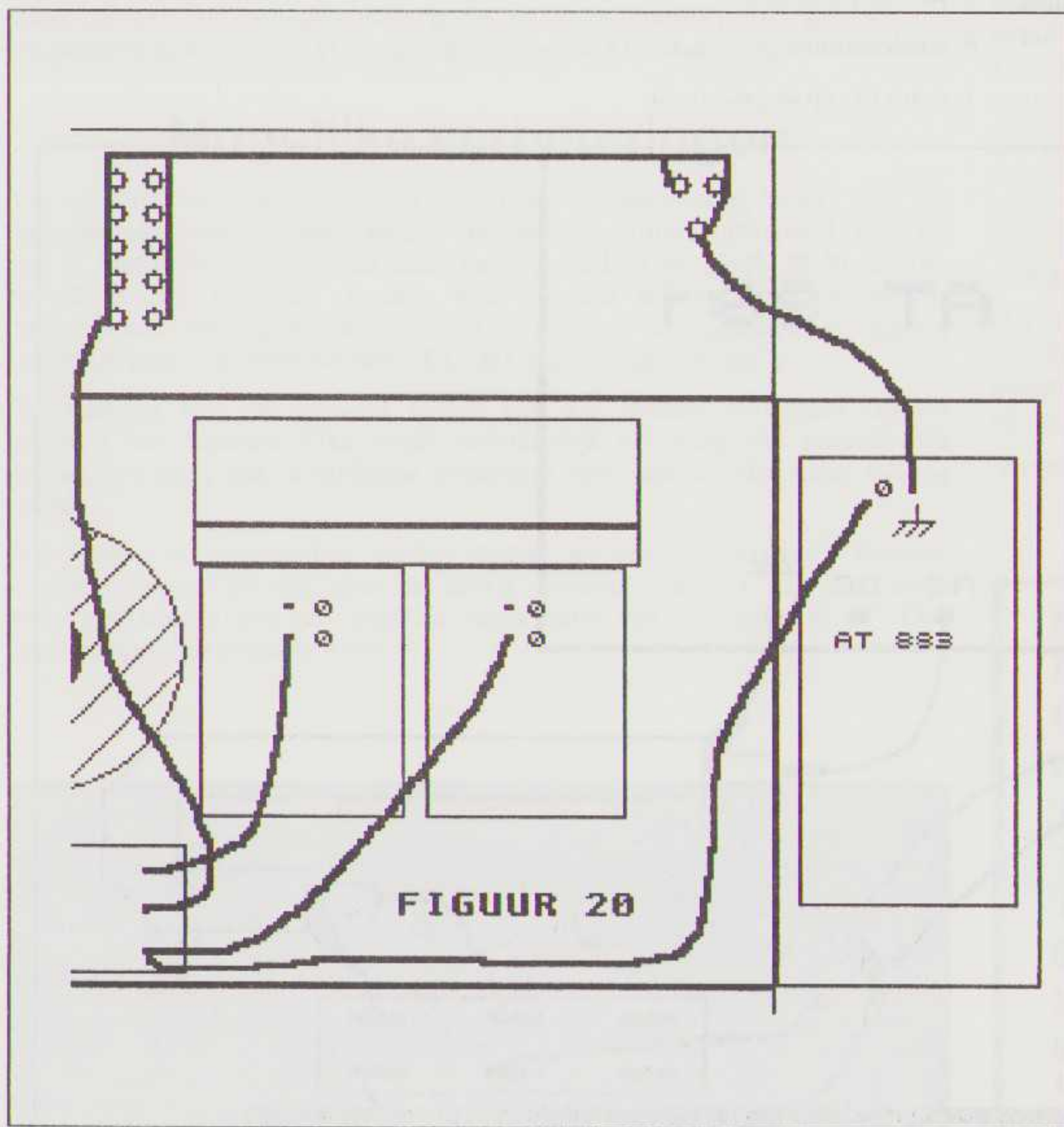
Alle voedingsverbindingen zijn nu gemaakt. Sluit nu het lichtnet weer aan en controleer of er over de punten A/B geen spanning staat. Indien wel zet dan de schakelaar op de achterzijde om.

Kontroleer of er spanning op de luidsprekerklemmen staat. Dat mag niet meer zijn dan enkele millivolts.

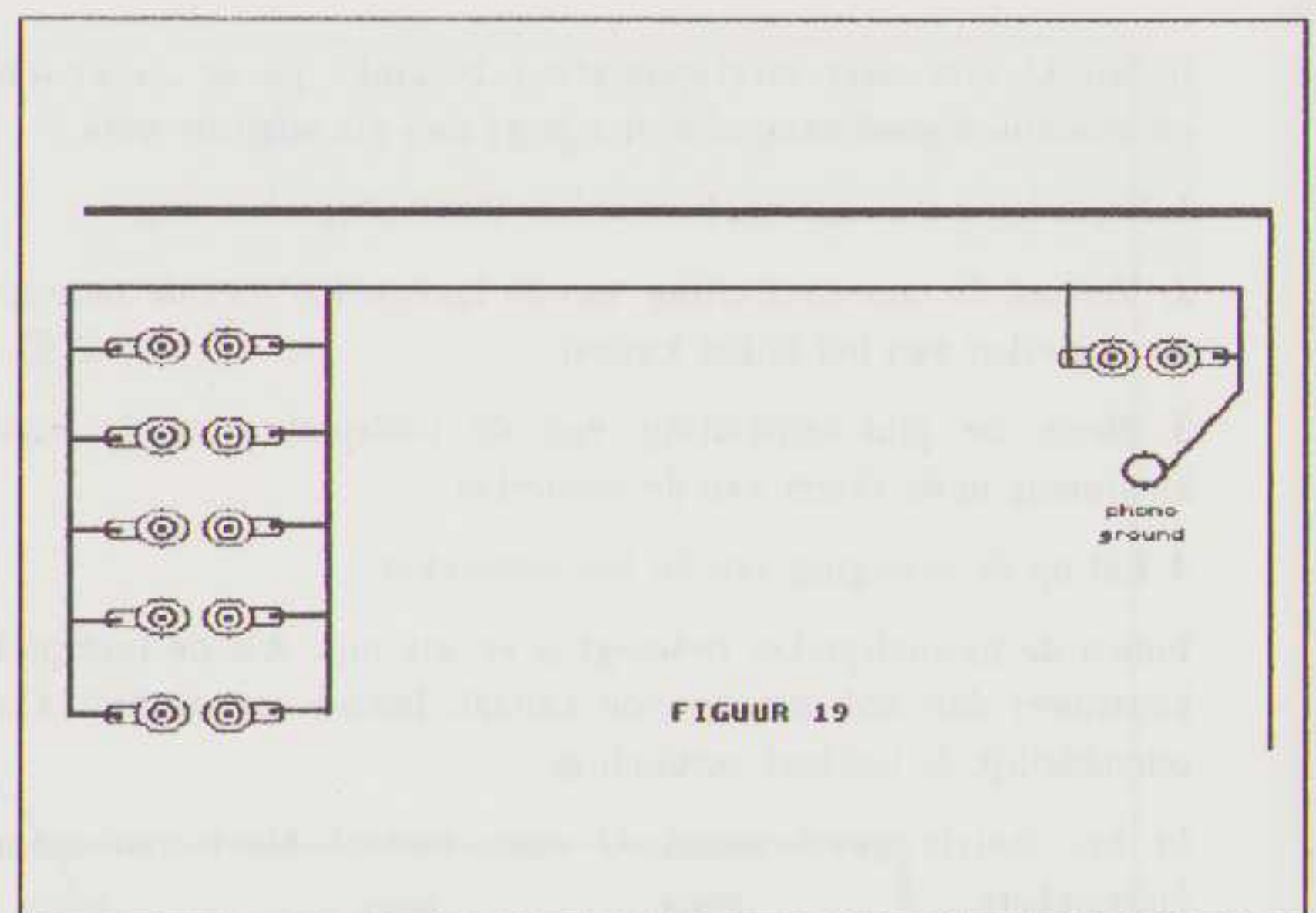




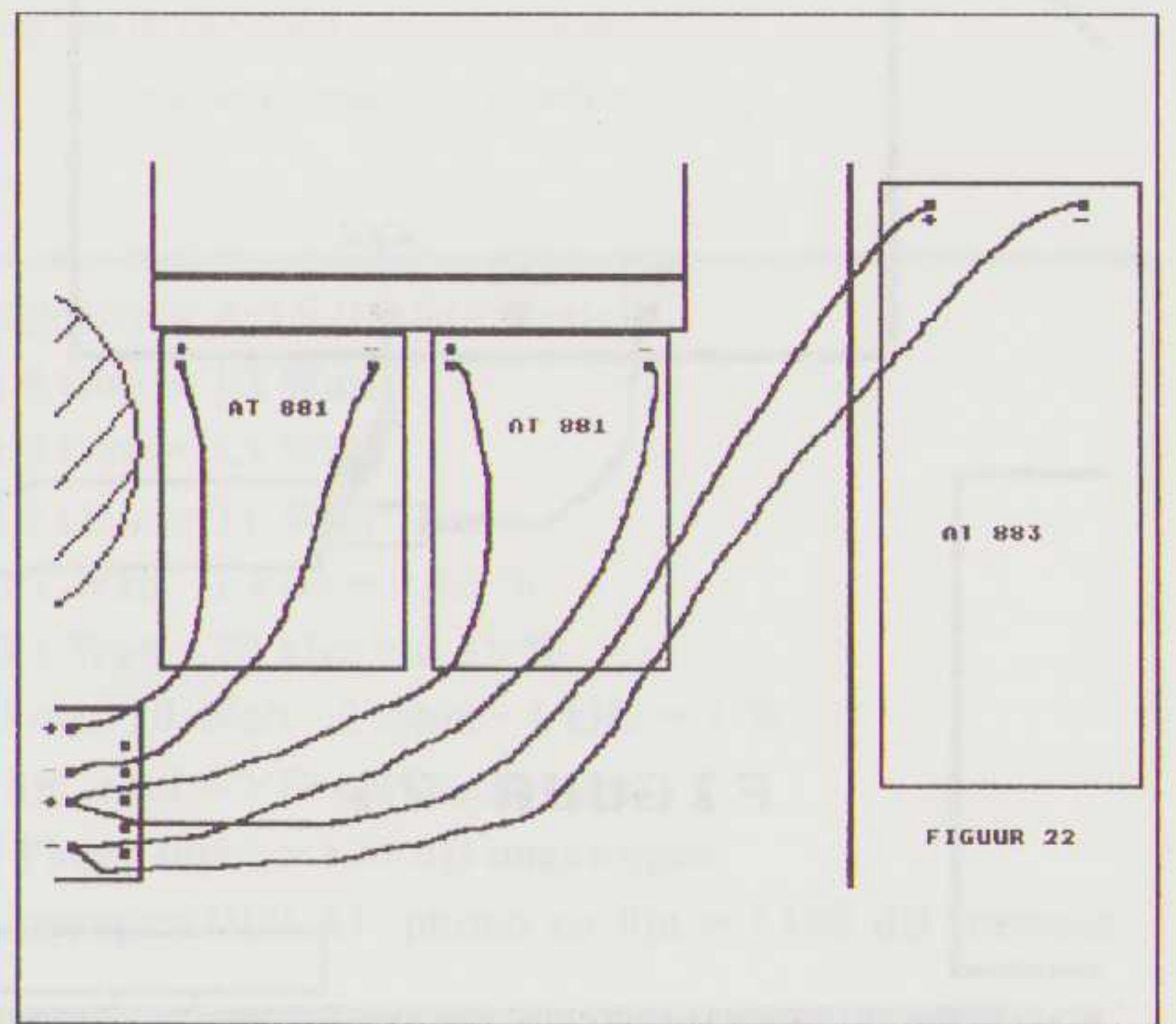
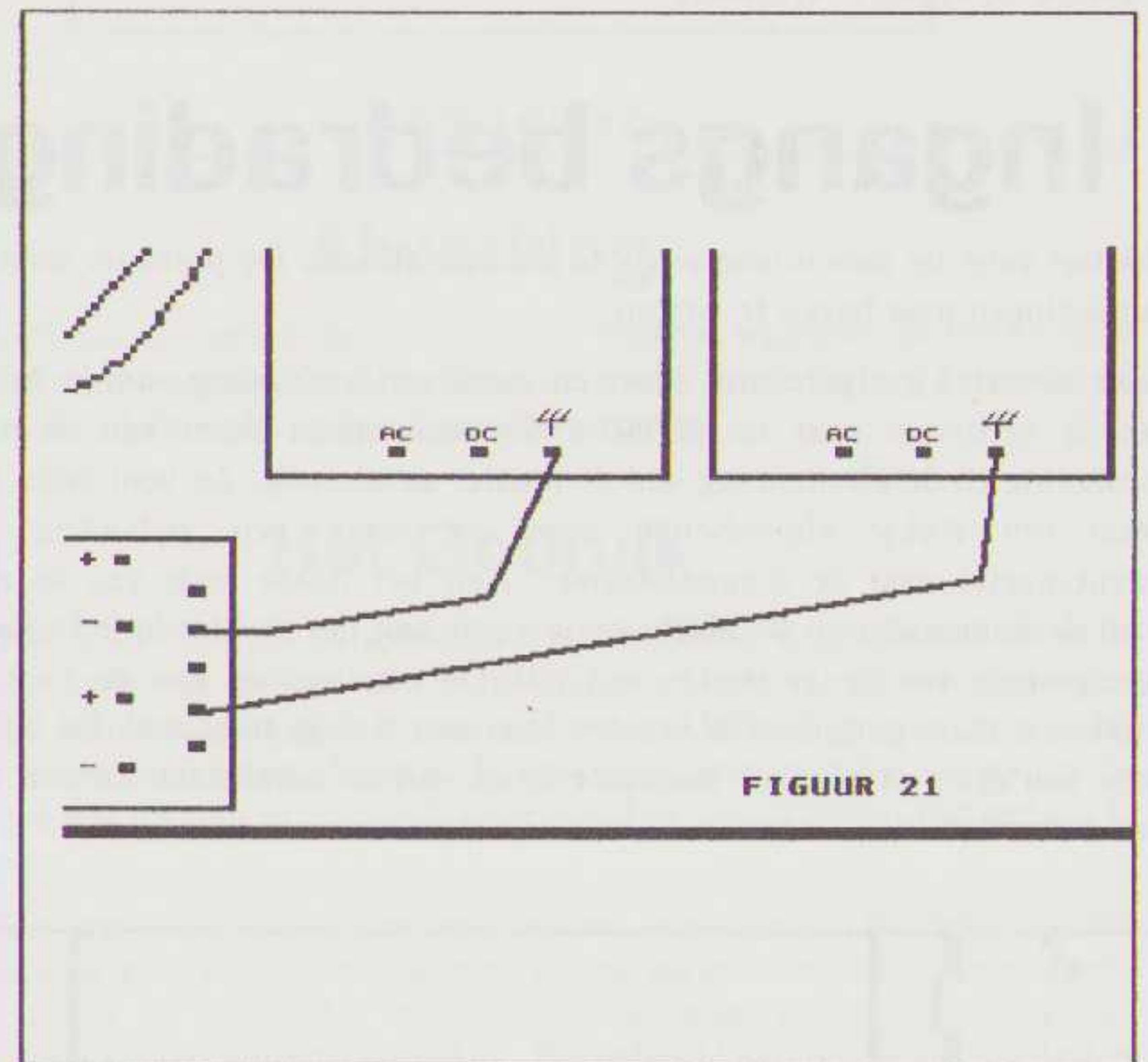
FIGUUR 18. Uitslag van de bodemplaat (chassis). De MM-voorversterker wordt tegen de rechter zijkant gemonteerd.



FIGUUR 20. Verbinding van de 0 op de versterkerprints met de voedingsprint. Tevens verbinding van de 0 op de voedingsprint met het chassis (via de ingangsbussen)



FIGUUR 19. Bedrading van de ingangsbussen. Alle aardlippen worden onderling doorverbonden en er komt een verbinding met de aardbus



FIGUUR 22. Verbinding van de versterkerprints met de voeding

Indien U niet over meetapparatuur beschikt en er zeker van bent dat alle componenten goed aangesloten zijn ga dan als volgt te werk.

1. Neem het eventuele doek voor Uw (bas)luidspreker weg.
2. Verbind de min-aansluiting van de luidspreker met de min-apparaat-klem van de versterker van het linker kanaal.
3. Neem de plus-aansluiting van de luidspreker in de hand en steek die korstondig in de +klem van de versterker.
4. Let op de beweging van de basluidspreker.

Indien de basluidspreker beweegt is er iets mis. Als de luidspreker niet beweegt controleer dan ook het tweede kanaal. Indien er iets niet klopt verbreek dan onmiddellijk de lichtnet verbinding.

In het laatste geval **moet** U gaan meten! Meet dan **zonder** aangesloten luidsprekers.

Als alles goed is zullen de fet's na verloop van 1 uur iets warm worden.

Sluit de luidsprekers beide aan. Houdt Uw vinger op de ingang (AC) van de versterker. Indien er een luid gebrom uit de luidsprekers komt dan is alles o.k..

Verbreek de lichtnet verbinding.

Ingangs bedrading.

Monteer eerst de potentiometer en de draaischakelaar. De potmeter dient met de aansluitingen naar boven te wijzen.

Neem een stukje afgeschermd snoer en maak een verbinding van de AC-ingang van de versterker naar de potmeter. De binnenader komt aan de middelste aansluiting en de afscherming aan de rechter aansluiting. Zo voor beide kanalen. Neem een stukje afgeschermd snoer en maak een verbinding van de potentiometer naar de draaischakelaar. Aan het linkse lipje van de potmeter komt de binnenader en de afscherming komt aan het rechtse lipje (waar ook de ingangsaarde van de versterker aan zit). De afscherming aan de kant van de schakelaar dient geïsoleerd te worden (met een stukje plakband). De binnenader komt aan een van de twee binnenste lipjes van de schakelaar. Zo ook voor het tweede kanaal.

Zet nu de versterker aan en de volumeregelaar half open. Zet de keuzeschakelaar helemaal rechtsom in de stand **PHONO** en vervolgens een stand terug op **TUNER**. Op de draaischakelaar zitten 12 lipjes aan de buitenrand. Ga nu met een vinger langs die aansluitingen op de schakelaar.

Op twee punten hoort U een brom links resp. rechts. Buig die lipjes iets naar buiten en maak met afgeschermd snoer een verbinding naar de cinch-bussen voor tuner. Let daarbij op links en rechts. De afscherming wordt uitsluitend verbonden met de cinch bus en aan de zijde van de schakelaar geïsoleerd met een stukje plakband.

Verbind op identieke wijze de andere ingangen.

Tenslotte wordt met afgeschermd snoer een verbinding gemaakt tussen de middelste twee aansluitingen (moederkontakten) van de keuze schakelaar en de bussen **TAPE RECORD**. U kunt nu de versterker geheel aansluiten en beluisteren. Zet de A/B schakelaar in de stand A. De eerste dagen kan het geluid nog belangrijk verbeteren. Eenmaal ingespeeld klinkt de versterker pas goed nadat hij ten minste een uur in klasse-A staat.

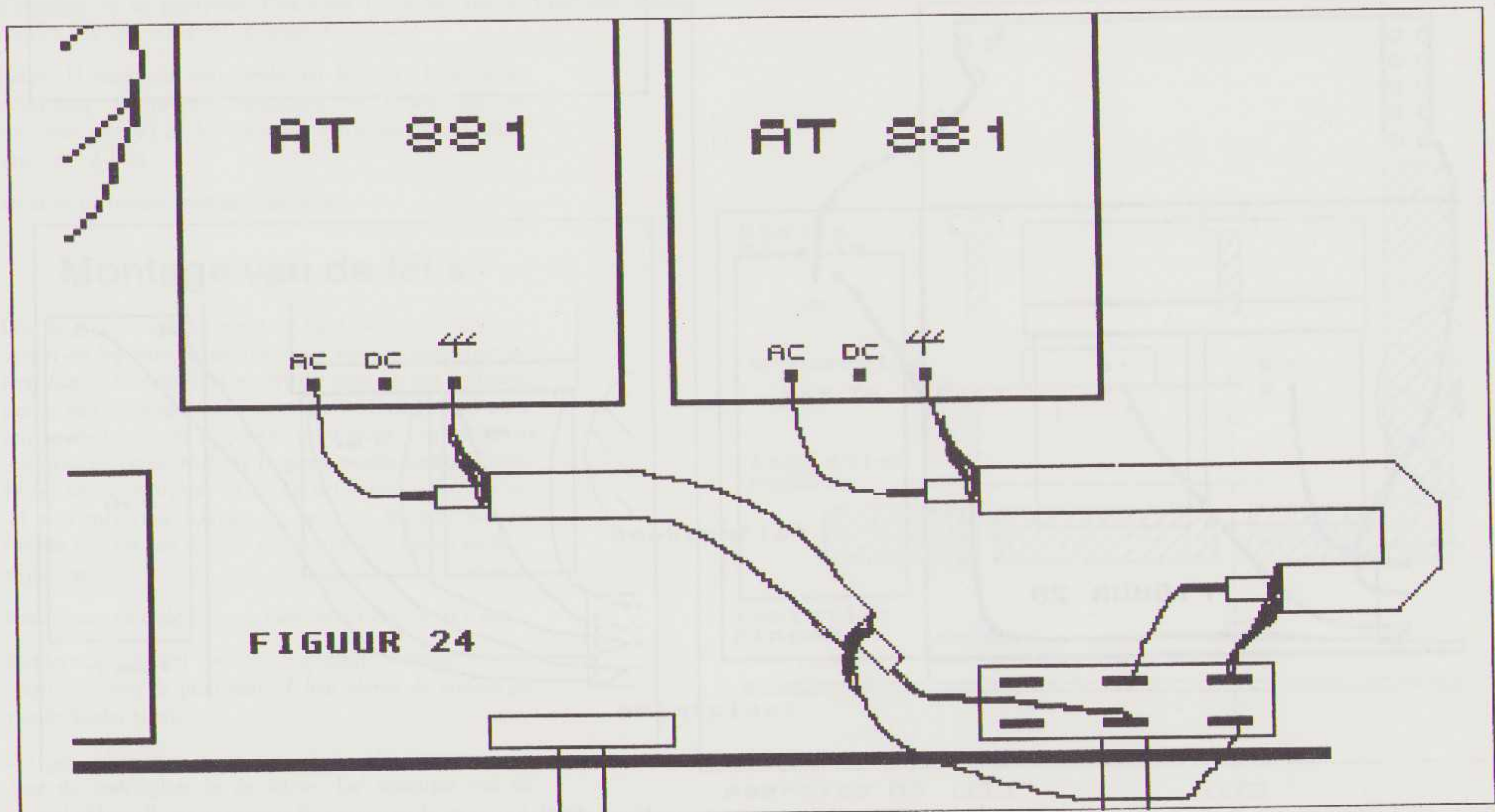
MM VOORVERSTERKER AT-883

De voorversterker is behoudens de stroomspiegel identiek aan de voorversterker van de SA-10. In figuur 17 ziet U het schema van deze schakeling. In de vorige aflevering hebben we de functie van de stroomspiegel in extenso besproken en we komen daar nu niet op terug.

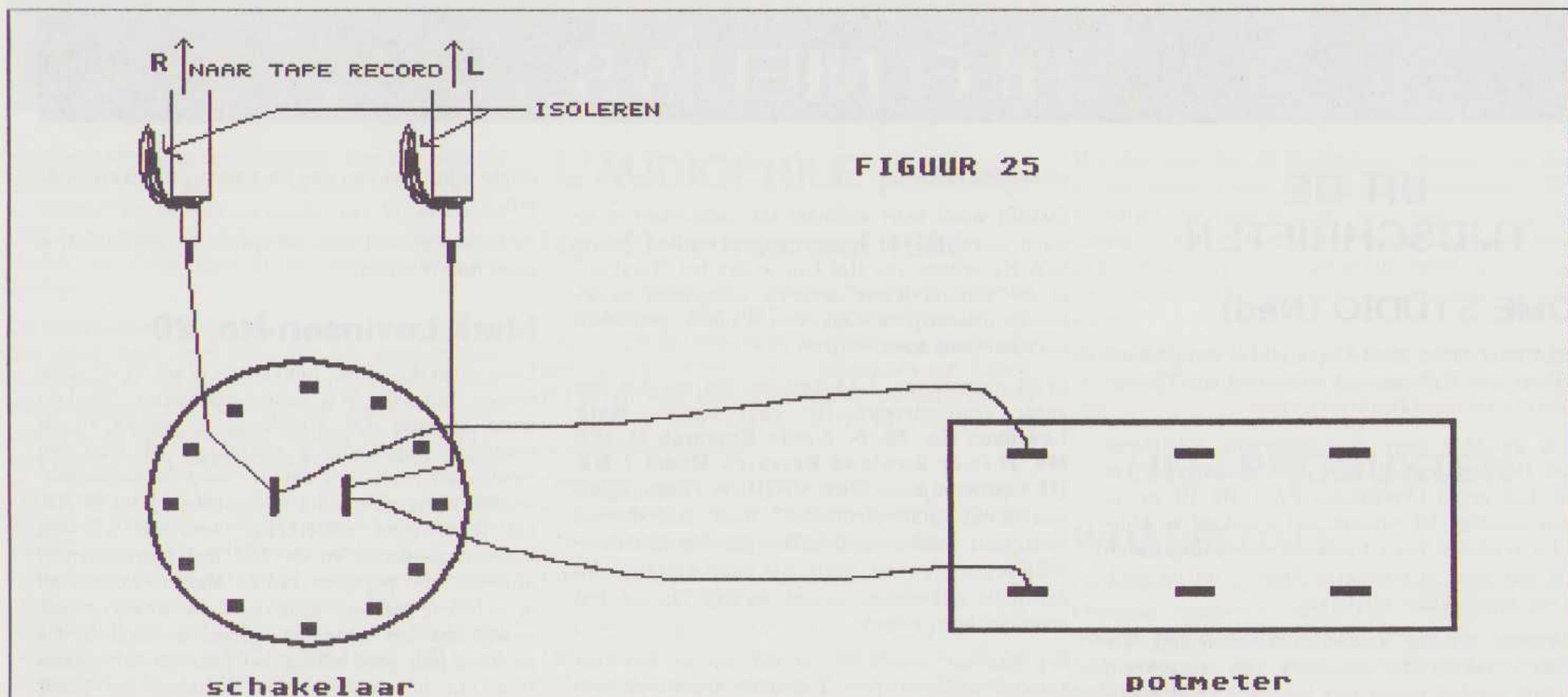
De correctie is deels passief en deels actief. Op deze wijze wordt voorkomen dat het IC gaat "slewen", zoals bij de meeste standaard schakelingen het geval is.

De montage is identiek aan de eindversterker. De montagevolgorde is dan :

1. printpennen
2. weerstanden
3. zenerdioden (let op de streep)
4. transistoren
5. IC-voetjes en IC's
6. condensatoren
7. elco's (let op de polariteit)



Figuur 24. Bedrading van de volumeregelaar.



FIGUUR 25

Figuur 25. Bedrading van de keuzeschakelaar.

Eindmontage

Sluit nu eerst alle beschikbare bronnen aan en beluister of alles goed klinkt. Als dat zo is kunt U de ingangen van de eindversterkers omsolderen naar DC-koppeling. Controleer vervolgens of er geen DC uit de bronnen komt. Dat doet U door de bronnen in te schakelen zonder dat ze muziek geven. Dus geen band in de recorder en geen CD in de CD-speler resp. de tuner naast de zender. Draai het volume op en schakel tussen de verschillende bronnen. Mocht de basluidspreker nu bewegen dan geeft de bron waarbij dat gebeurt een gelijkspanning af en dient U terug te gaan naar de AC-aansluiting.

Mogelijke verbeteringen

Ten opzichte van eerdere modellen hebben we een verbetering bereikt door het toepassen van massief draad voor alle voedings- en aardverbindingen. U kunt dit ook in bestaande modellen van onze hand doen. Dus de M-25, M-30, SA-10, SA-20 kunnen aangepast worden. Wat daarmee bereikt wordt is dat het middengebied beter gedefinieerd wordt en dat de instrumenten en solisten ruimtelijk beter afgebeeld worden ("LUCHT om de instrumenten").

De bedrading kan ook gemaakt worden met bijv. massief zilverdraad van ten minste 1 mm doorsnee. Dan wordt voornamelijk het hoog wat schoner. We hebben overigens ook uitstekende ervaringen met van-den-Hul kabel (weinig aders!).

Een verdere verbetering kan worden bereikt als alle condensatoren (behalve C4, C10, C19 en C24 die voor de RIAA correctie dienen!) nog eens extra overbrugd worden met een styroflex condensator van omstreeks 10 NF. Ook daarmee wordt de definitie beter.

HIGH END? DAT BOUW JE ZELF!

Natuurlijk met

AUDIO & TECHNIEK

Afwerking

De kast wordt aan de onderzijde voorzien van voetjes, waardoor de luchtstroom langs de koeler gewaarborgd is. Als alles goed werkt wordt de kap bevestigd en kan de versterker definitief in gebruik genomen worden.

Het Gebruik

Laat de versterker liefst altijd aangesloten staan. In klasse-B geschakeld wordt er weinig stroom verbruikt en gaat het nauwelijks ten koste van de elektriciteitsrekening. Het kan overigens geen kwaad om hem in klasse-A te laten echter dat kan wel in de papieren lopen. Voordat U gaat het luisteren is het zinvol om de versterker een uur tevoren in klasse-A te zetten. Het geluid is dan rustiger als U gaat luisteren.

De versterker laat meer horen dan veel andere versterkers. Dat betekent dat bijvoorbeeld kabels en stekers een belangrijke rol spelen. Gebruik daarom goede kabel voor zowel de luidspreker verbindingen als voor de interlink. Ook het stekermateriaal kan veel verschil uitmaken. We raden U aan om de diverse testen eens goed door te lezen.

Het voordeel van de rust van klasse-A kan teniet gedaan worden door de onrust van de bron. Het is goed hoorbaar indien de CD-speler en de platenspeler goed gedempt zijn. Een zandbak doet wonderen. Maar ook "BOSTIK" tegen de kap en onderplaat van de CD-speler kan veel schelen.

We wensen U veel plezier en reacties zijn welkom.

Meetgegevens A-15 (laatste versie)

Pout 8 Ohm = 15 Watt

Pout 4 Ohm = 25 Watt

Pout 2 Ohm = 21 Watt

THD 1 Watt - 1 kHz = 0,15 %

THD 1 Watt - 20 kHz = 0,15 %

THD max 20 Watt - 2 Ohm - 1 kHz = 2 %

S./N lijn input = >79 dB ongewogen

S./N Phono input = >74 dB ongewogen

S./N gewogen(DIN-A) phono en lijn = >100 dB (onmeetbaar)

Frequentie karakteristiek -1 dB = 7 Hz - 90 kHz (AC in)

Frequentie karakteristiek -1 dB = 2 Hz - 90 kHz (DC in)

Frequentie karakteristiek -3 dB = 2 resp 7 Hz - 140 kHz

UIT DE TIJDSCHRIFTEN

HOME STUDIO (Ned)

In het april nummer vindt U een artikel van de hand van Peter van Willenswaard onder de titel "Opmerkelijke tips en schokkende ervaringen ..."

Het is gelukkig weer een ouderwets uitstekend artikel. Hij heeft een 50 jaar oude buizenversterker op de kop getikt (Vortrexion PA-1 Mk II) en nu blijken sommige CD-spelers wel muzikaal te klinken! De versterker heeft triodes in de eindtrap en zo iets is niet meer in productie. Peter is nu op zoek naar een vergelijkbare versterker!

Een tweede ervaring verdient ook vermelding. De bekende "TIP TOES" kunnen ook omgekeerd toegepast worden. Onder een Sony PS-X800 draaitafel werd het geluid optimaal door een tip-toe met de punt naar beneden onder de motor te plaatsen en een tip toe onder de arm en aan de voorzijde met de punt naar beneden. In een latere fase gaven spikes (jowel 2 kwartjes per stuk en bedoeld voor voetbalschoenen) in dezelfde configuratie een nog beter resultaat.

Ook in dat nummer een bespreking door Ir. Menno van der Veen van een versterkerset van de hand van Hira (redakteur van het Franse l'Audiophile). De set bestond uit een voorversterker type "Le Tube" en een eindversterker "Lectron JH-50". Deze recensent vergeleek de set met zijn eigen referentie, een versterkerset van JK Acoustics. Hij had wat moeite met de meetresultaten, die niet zo heel erg goed zijn. De subjectieve geluidskwaliteit overtreft op enkele punten echter de eigen referentie.

The Absolute Sound (Engels)

winter 1988

Dit tijdschrift verschijnt nogal onregelmatig zoals uit de ingezonden brieven blijkt. Je zou bijna zeggen dat alle bijzondere tijdschriften daarmee behept zijn! Het onderhavige nummer had begin december 1987 moeten verschijnen en het viel bij ons begin april in de bus.

In de lezerspost en in de redactionele tekst wordt veel aandacht gegeven aan de manier van testen. Ten eerste gaat het er om of zogenaamde A/B testen zinvol zijn. De T.A.S. redactie stelt dat dat niet kan. Wij ondersteunen dat standpunt en willen daar nog aan toevoegen dat, naarmate de te testen apparatuur van hogere kwaliteit is, de A/B-vergelijking steeds moeilijker wordt. De meest voorkomende fout bij A/B-testen en -vergelijkingen is dat er schakelaars of relais gebruikt worden. Berucht zijn vooral de luidspreker schakelkasten bij sommige detaillisten. Naast de invloed van schakelementen en de extra bedrading hebben we er ook mee te maken dat naarmate er vaker omgeschakeld wordt het moeilijker wordt om de verschillen vast te stellen.

De T.A.S. redactie en met name de hoofdredakteur Harry Pearson stelt zelfs uitdrukkelijk dat "blinde" testen, waarbij de te vergelijken apparaten niet zichtbaar zijn, geen voordelen biedt t.o.v. de door T.A.S. gehanteerde methode van langdurig naar elke

component luisteren.

Daarbij wordt ieder apparaat (of luidspreker) in de eigen omgeving van de recensent wekenlang beluisterd. Na verloop van tijd kun je dan het "karakter" of de "persoonlijkheid" van die component nauwkeurig omschrijven. Ook dan kunnen problemen ontstaan zoals hierna blijkt!

In dit nummer van T.A.S. staat een test van drie zeer goede eindversterkers. Het gaat om de **Mark Levinson No. 20**, de **Audio Research M-300 MK II** en de **Rowland Research Model 7 MK III**. Opmerkelijk nu is dat HP (Harry Pearson) geen van drieën "State-of-the-Art" vindt. Alle drie de versterkers hebben eigen hebbelijkheden en onhebbelijkheden ofwel elk heeft zijn eigen karakter. We zullen de uitkomsten en het verloop van die test hieronder laten volgen.

Bij voorbaat stellen we al dat we de test niet absoluut onderschrijven. Ten slotte hebben we deze versterkers niet zelf beluisterd en we gaan liever op ons eigen oordeel af. Desondanks, daar gaat ie dan.

De overige apparatuur bestond o.m. uit :

pick up elementen : Carnegie Model One, Koetsu Ken Chan Mod, Spectral MC en Van-Den-Hul Model One

platen-speler : The Well Tempered Turntable met idem arm

CD-spelers : Accuphase DP-70, Kinergetics KCD-30 en Onkyo CD-2001

voorversterkers : Audio Research SP-II MK I en MK II en de Rowland Coherence One

luidsprekers : IRS series V, Mirage M-1, Martin Logan CLS, Eminent Technology, Waveform Research en de 9-Kappa.

kabels : Brisson Shotgun, zowel voor interlinks als luidspreker verbindingen.

In het begin van de test had men moeite met de klankverschillen tussen de pick up elementen. Bij nadere bestudering bleek dat de afstelling van het element (of de misafstelling) meer verschil uitmaakte dan de aangesloten versterkersoort. Het gevolg van verkeerde element afstelling was o.m. : vervorming van dynamische contrasten, korreligheid van hoge tonen, definitie in het laag, horizontale en verticale plaatsing van het totale geluidsbeeld zowel als van individuele afbeeldingen (van solisten).

We kunnen er nog een aardige aan toevoegen. Sommige fabrikanten specificeren, terecht, hun elementen bij een bepaalde omgevingstemperatuur. Veel pick up elementen zijn daar gevoelig voor. Het ergst is een te lage temperatuur, beneden 20 graden C, waarbij alle hierbovengenoemde effecten kunnen optreden.

Audio Research

M-300 MK II

Opmerkelijk is dat de definitie van de zachtste passages minder is dan bijv. bij de Mark Levinson. Het stereobeeld, de "image", wijkt aan de buitenrand iets naar achteren. In het midden van het geluidsbeeld zijn de instrumenten niet goed gefocusseerd maar enigszins vaag afgebeeld. Het midden-laag is niet wat het zou moeten zijn waardoor celli op violen gaan lijken. De plaatsing in de ruimte en de

diepte zijn beter dan van de andere versterkers in de test.

Zelfs de afstand tussen de spelers (in een orkest) is goed voor te stellen.

Mark Levinson No. 20

Deze versterker klinkt romantisch ofwel "Yin" in de termen van HP. Wij zouden misschien "donkerbruin" zeggen. De afbeelding is precies en de ruimtelijke informatie is uitstekend. HP (zelf een vioolspeler) vindt zelfs dat de violen "exemplarisch" worden weergegeven, dat in tegenstelling tot de AR. Dit is te meer opmerkelijk waar de AR een buizenversterker is en de ML met transistoren is uitgerust. Het probleem van de Mark Levinson zit in de luidere passages. Er is een dynamisch probleem, terwijl ook het hoog niet geheel accuraat is. De diepte is heel goed zolang het gaat om het voorste stuk van het podium. Naar achteren toe treedt compressie van de diepte op. De lage bassen zijn heel bijzonder, het beste van de geteste versterkers.

Rowland Research Model 7 Mk III

Deze versterker heeft een "gouden glans" die erg lijkt op het geluid van Conrad Johnson versterkers. Het dynamische bereik is groter dan van de anderen in de test. Ook de ruimtelijke afbeelding overtreft de concurrenten.

Een bijzonderheid is dat indien een instrument wordt weergegeven met bijgeluiden in het hoog, dat dit hoog in afwijking van het overige bereik niet goed focuseert maar eerder verspreid klinkt.

Een andere eigenschap is dat bij sommige muziek waar enkele solisten op verschillende afstanden vanaf de voorzijde van het podium zitten deze solisten "op elkaar gestapeld" lijken. Het geluidsbeeld wordt in de diepte smaller en achterin enigszins verward.

Na de test

Achteraf werden ook andere kabels aangesloten. Eerst werd interlink aangesloten van Mark Levinson. Daarbij werd het geluid ("ondraaglijk") hard en ontdaan van zijn muzikaliteit. Daarna werden ML luidspreker verbindingen aangesloten en de hardheid verdween, het geluid werd zilverig, lichtvoetig en delicaat. De "Ying werd ge-"Yangd". Dit alles met de ML-versterker. HP werd hier nogal door verontwaardigd omdat hier kennelijk de fouten in de ene kabel goedge maakt werden door de andere. Dat stuit tegen de borst.

We kunnen het met hem eens zijn. De tijd dat we overbrillante pick up elementen compenseerden met "vriendelijke" luidsprekers licht hopelijk ver achter ons.

Tezelfdertijd was men elders bij T.A.S. bezig met het opstellen en afregelen van een Goldmund T-3-F draaitafel. Daarbij ondervond men dat de voorschriften van Goldmund niet tot optimale resultaten leidde!

Het opmerkelijke was vervolgens dat de Rowland eindversterker, met de Goldmund draaitafel als bron, beter klonk en een paar bezwaren tegen deze versterker wegvielen.

Het hoog werd beter gefocuseerd. Sommige solisten waren niet meer "gestapeld" al bleef de "lucht" en de "ruimte" om de solisten smaller dan bij de andere twee versterkers. De AR bleef even goed klinken, hoewel de afwijkingen in de hoogte duidelijker werden.

De eindconclusie is dat alle drie de versterkers het heel goed doen, maar ieder op zijn eigen manier. Veel hangt af van met hoeveel precisie het systeem wordt opgezet. Dat alle drie in absolute zin de "realiteit" geweld aan doen wijst er op dat versterkers nog steeds de zwakste schakel zijn in de keten.

Tot zover *TAS*. We willen hier nog iets aan toevoegen. Naarmate versterkers groter (en duurder) worden is er meer elektronica nodig. Een kleine versterker ontbreekt het veelal aan dynamiek, maar zal eerder "natuurlijk" en "muzikaal" klinken. Het is heel moeilijk om grote vermogens te leveren zonder daarbij in te leveren m.b.t. "the real thing". HP hoopt op een "revolutie" in versterker techniek.

De Franse benadering is wellicht beter. Daar combineert men kleine versterkers met luidsprekers met (extreem) hoog rendement.

ONKYO DAT RECORDER

Ook in *TAS* lovende woorden voor de DAT-recorder. Al zijn er nog wat problemen met "lucht" en "ruimte". Men schat in dat met de DAT-recorder veel kleine geluids-opname-bedrijfjes een betere kans krijgen om goede en vooral goedkope opnamen te maken.

GOLDMUND REFERENCE DRAAITAFEL T-3F

Een opmerkelijk artikel in *TAS* komt van de hand van de bekende Engelse recensent Martin Colloms. Deze recensent (o.m. voor *HIFI NEWS & RECORD REVIEW*) beschikt over zeer uitgebreide meetfaciliteiten.

Zeer interessant waren artikelen van zijn hand over de gemeten eigenschappen van condensatoren en weerstanden gerelateerd aan de gehoorvatige ervaringen. Deze draaitafel is zeer grondig getest en gemeten. De meetresultaten zijn als verwacht exceptioneel goed. MC komt tot twee opmerkelijke conclusies:

1. De draaitafel is (veel) beter dan de huidige versterkers kunnen laten horen.
2. Het gehoorvatige verschil tussen CD en deze analoge bron is zo groot en substantieel dat CD een teleurstelling blijft.

THE ABSOLUTE SOUND is helaas niet in de kiosk te koop. Bij sommige Hi Fi zaken, o.m. bij Multifoon in Delft, kunt U het wel eens aantreffen. Aarzel dan niet en koop eens zo'n nummer. U kunt het ook rechtstreeks bestellen maar uitsluitend bij abonnement 6 nummers voor US \$ 55,- te zenden aan

The Absolute Sound

P.O. Box 1.

Sea Cliff

New York 11579

U.S.A.

L'AUDIOPHILE (Frans)

No. 43 1e kwartaal 1988

In dit nummer een inleiding van een **hybride** versterker de "PACIFIC". In tegenstelling tot veel andere hybride versterkers wordt er geen combinatie gemaakt van mosfet power transistoren met buizen. Bij dit ontwerp bestaat de ingang uit een transistor configuratie met daarna 2 x EL 84 en een uitgangstransformator.

Daarnaast continueert Hephaistos zijn elementaire serie artikelen over voorversterkers en instellingen van stroomspiegels en differentiaaltrappen.

Interessant is ook een bouwbeschrijving van een met zand gedempte baskast (dubbelwandig). De luidsprekerbezetting is 2 stuks Altec Lansing type 416. Dat zijn luidsprekers met een diameter van 35 cm, het geheel is wat te omvangrijk voor kleinbehuisden.

Een abonnement op l'Audiophile kost Fr. Frs. 265,- te zenden aan:

Editions Frequences

1, Boulevard Ney 75018 Paris

France

BOEKEN

NADA BRAHMA

De wereld is geluid

door Joachim-Ernst Berendt

Uitg. East-West Publications Den Haag

Het is een merkwaardig boek en we zouden het niet gelezen hebben, ware het niet dat de uitgever ons een recensie exemplaar toezond.

De tweede subtitel luidt "*Een speurtocht door muziek, wording en bewustzijn*". Als je techné bent wordt je daar wat kriebelig van! Desondanks heb ik het toch maar gelezen en, het moet gezegd, ik las het in een keer uit. De schrijver probeert aan te tonen dat muziek en geluid een soort oer-ervaring teweeg brengt. Hij legt verbanden met oosterse godsdiensten en citeert o.m. het Tibetaanse Dodenboek. Interessant is ook dat hij aantoonde dat veel Jazz-musici terecht komen bij Islamitische denkwijzen en muziekbegrippen. Ook mijn stokpaard de Gulden Snede komt aan de beurt. Zelfs als we de kosmische zijpaden en de Ying en Yang-verbanden weglaten is het nog een belangwekkend boek.

Een interessante stelling is dat het gehoor een van de vroegst werkende functies is van het bestaan. Het werkt al voor de geboorte en volgens de schrijver werkt het gehoor ook nog (kort) na de klinische dood. Muziek en geluid zijn belangrijk voor ons welbevinden, belangrijker dan het zien. Het zien kan ten koste gaan van de belevenis. De schrijver geeft o.m. het voorbeeld van de sexbeleving waarbij men eerder let op het (ritme van het) geluid van de partner dan op wat je ziet.

Hij stelt ook dat de dynamische omvang van het gehoor groter is dan van het gezichtsvermogen. Hij vergelijkt de waarneming van luide en zachte passages met de waarneming van lichtsterkten. Hier glijdt de schrijver een beetje uit mijns inziens: op die manier worden ook appels met peren vergeleken.

Het boek geeft je in elk geval een ander beeld van de wereld van geluid en dat kan heel verfrissend zijn.

HI FI PRODUCTEN

WHARFEDALE

De eerder door ons positief beoordeelde Wharfedale Diamond luidspreker blijkt een verkoopsucces te worden. Het is weliswaar geen *HIGH END* product maar voor zijn prijs geeft deze luidspreker relatief goed geluid.

Een tweede aantrekkelijk aspect zijn de afmetingen: 240x186x204 mm. Dat is zo klein dat hij gemakkelijk in een boekenkast te plaatsen is. In onze test destijds hebben we de luidspreker op een 60 cm hoge standaard en vrij in de ruimte gezet. Ons commentaar toen (1986) was dat er misschien iets aan het basfundament ontbrak maar dat het midden en hoog van uitstekende kwaliteit zijn. Vooral het hoog onderscheidt deze luidspreker in positieve zin van soortgenoten in dezelfde prijsklasse. Een minpunt was o.i. de ruimtelijke afbeelding. Het ontbrak heel duidelijk aan diepte. Dat wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de kwaliteit van de componenten in het filter resp. de steile afval in dat filter.

Gezien het succes heeft Wharfedale nu een aantal varianten op de markt gebracht. Ten eerste is de standaard uitvoering iets verbeterd en deze wordt nu **DIAMOND III** genoemd.

Daarnaast is er een model die uit ander materiaal is vervaardigd en daarmee strakker klinkt, de **DIAMOND SUPER**.

Nieuw is er de **DIAMOND RITZ**. Deze laatste heeft dezelfde luidspreker bezetting maar de kast is wat groter geworden: 355x245x220 mm. De grotere behuizing heeft tot gevolg dat het laag wat dieper doorloopt.

Tenslotte is er een **AKTIEVE DIAMOND**. In dit laatste model is een versterker ingebouwd en hij kan rechtstreeks worden uitgestuurd vanuit een Walkman of CD-speler.

Prijzen:

Diamond III fl. 199,-

Super Diamond fl. 299,-

Diamond Ritz fl. 349,-

Active Diamond fl. 299,-

Importeur:

Commotion

Postbus 360

3440 AJ Woerden

tel. 03480-12474

BASF

Een wat merkwaardige vondst in onze postbus was een rondschrijven van BASF met de titel "BASF treft onmiddellijke maatregelen voor aanzienlijke vermindering BENTAZON-gehalte"

Vanzelfsprekend juichen ook wij een verbetering van het milieu ofwel een vermindering van de verontreiniging toe. We hopen dat BASF snel ervoor zorgt dat er geen afval meer in het milieu terecht komt zodat we weer zorgeloos van Amsterdamse koffie kunnen genieten. Zolang dat niet zo is lijkt het ons verstandig dat BASF geen persberichten rondstuurt. Het is overigens wel begrijpelijk dat het gebeurt: de commotie die ontstaan is rond BASF nadat een aantal drinkwaterleiding bedrijven tegen hen processen wilden aanspannen heeft directe gevolgen voor de verkoop van consumer produkten zoals audio en video tapes.

KENWOOD

Naast de bekende tuner KT-1100D is er nu de KT-3300D. Deze laatste tuner is voorzien van een betere voeding, een ster-aarde, een systeem waarmee ongewenste nevenzenders onderdrukt worden en een stereo decoder waarna de hulpdraaggolf sinusvormig is. Vooral het laatste lijkt ons een belangrijke verbetering t.o.v. de decoders met een digitale (blokgolfvormige) opwekking van de hulpdraaggolf. Door de prijsstelling is dit model een onmiddellijke concurrent voor het topmodel van Onkyo. We hebben altijd veel waardering gehad voor de tuners van dit merk en ook dit model verwelkomen we als een belangrijke aanvulling in de schaarse reeks van zeer goede tuners.

Opmerkelijk bij Kenwood is dat de platenspeler in ere wordt gehouden. Het enige model, de KD-990, is zeer bijzonder. U vindt daar meer over in onze Audio Discussions AD-2. Binnen de behuizing is een zeer rigide chassis ondergebracht waarop de arm en het loopwerk zijn bevestigd. Gezien de prijs een aanbevolen speler.

Tuner KT-1100D fl. 1.299,-

Tuner KT 3300D fl. 1.799,-

Draaitafel KD-990 fl. 1.299,-

Importeur :

Kenwood Nederland

Turfstekerstraat 46

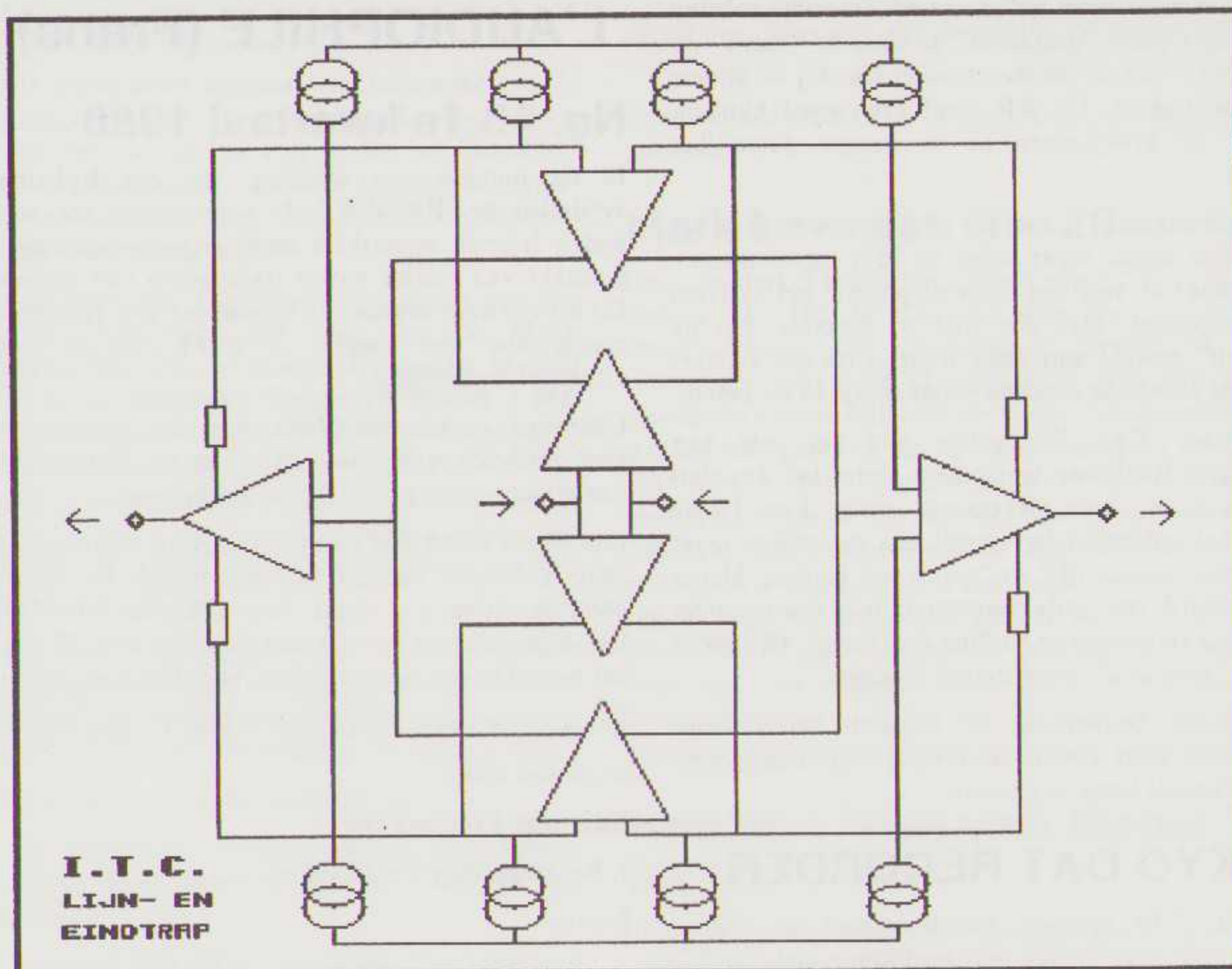
1431 GE Aalsmeer

tel. 02977-43141

AUDIOART

Ad van Medevoort, directeur, ontwerper, is een oude bekende in het vak. Zijn soms eigenzinnige ideeën resulteren in opmerkelijke Hi Fi produkten. Bekend zijn inmiddels de, in buitenissige kleuren verkrijgbare, luidsprekers type **CD 2.5** met de geknikte voorkant.

Nu zijn er twee nieuwe modellen de **AD 2.5** en de **BD 2.5**. Het zijn vierkante zuilen met afgeronde hoeken. De AD 2.5 is een klein twee-weg systeem, afmetingen 24 x 24 x 48 cm.



De CD 2.5 is groter, 24 x 24 x 96 cm. Daarin zit een semi drie-weg systeem. Er werden twee laagunits van 200 mm gebruikt, waarvan er een dient voor het sublaag.

Belangwekkend is de combinatie **EB 0.5/EE 1.25**. Dat is een slank lang electrostatisch paneel met daarnaast een kleine subwoofer. We hebben de electrostaat beluisterd en dat klinkt heel goed!

In de folder staat een afbeelding waarin de electrostaat aan een touwtje aan het plafond hangt. Dat moet U **NOOIT** doen. Het ziet er wel bizar of misschien wel "avant garde" uit, maar het beste resultaat krijg je als het paneel stevig met de vloer verbonden is. Vaak wordt het nog beter als ook de bovenrand aan de achterzijde opgevangen wordt bijvoorbeeld met een lat die schuin naar achteren loopt en op de vloer vastgeschroefd is.

In ieder geval moet U als U de kans krijgt zeker naar deze bijzondere luidspreker gaan luisteren!

Vorig jaar werden ook versterkers geïntroduceerd. Deze lijn bestaat nu uit vier componenten: **PHONO**, **EF 1** regelversterker, **EF 100** stereo eindversterker en een elektronisch wisselfilter de **EF X**.

Men heeft bij AUDIOART een nieuwe schakeltechniek ontwikkeld, de **I.T.C.** ofwel **IDEAL TRANSISTOR CONFIGURATION**.

Volgens het verhaal worden spanning en stroom in energie omgezet.

Alle versterkers en voorversterkers zijn voorzien van dergelijke discrete schakelingen. Er zijn dus geen IC's toegepast. Het ziet er wat ingewikkeld uit en dat is het ook als je in de kast kijkt.

In de folder wordt vermeld dat alle trappen in afwijking van het gangbare in klasse-A staan. Om die reden is het, nog steeds volgens de folder, niet noodzakelijk de uitgangstrap in klasse-A in te stellen.

Alle trappen zijn geheel symmetrisch opgebouwd en hebben een differentiele uitgang. De uitgang van de eindtrap is ook differentiaal.

De versterkers worden gevoed uit discreet gestabiliseerde voedingen, waarbij gelet is op de voedingsimpedantie in het gehele frequentiegebied. De voedingsimpedantie wordt gespecificeerd met <1 mOhm tussen 0 Hz en 1 MHz!

We hebben er weinig vertrouwen in. Om te beginnen is er nogal veel elektronica in de signaalweg. De geheel differentiale configuratie leidt er toe dat de vervorming uit de ene helft wordt gecompenseerd door de andere helft. Mooier is o.i. geen of weinig tegenkoppeling en lage (open loop) vervorming.

We hebben er nog niet goed naar kunnen luisteren. Zodra dat gebeurd is zult U het resultaat van ons horen. Het kan meevallen, tenslotte zijn de **wonderen** nog niet helemaal de wereld uit.

Prijzen :

AD 2.5	499.-
BD 2.5	799.-
CD 2.5	1190.-
EB 0.5 subwoofer	895.-
EE 1.25 electrostaat	1495.-
EB 0.5 + EE 1.25	1990.-
PHONO voorversterker	250.-

EF 1 regelversterker	1495.-
EF 100 eindversterker	1995.-
EF-X actief filter	1495.-

Audioart

Bagdaddreef 11

3564 HA Utrecht

tel. 030-960315

HI FI NIEUWS

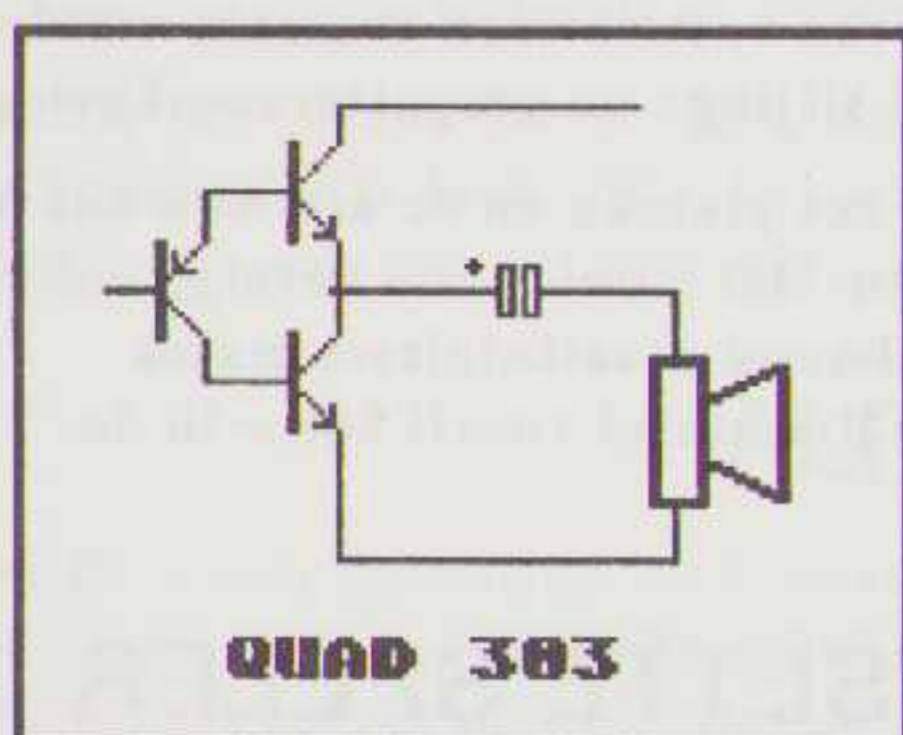
AITOS

Trouwe lezers van Audio & Techniek en bekenden in het Nederlandse High End wereldje zijn al enige jaren op de hoogte van de existentie van **AITOS** buizenversterkers.

De eerste eindversterker werd ontwikkeld in vrije tijd. Het is een zgn. OTL-schakeling waarin geen uitgangstransformator toegepast is.

De oorspronkelijke schakeling werd bedacht door de Amerikaan Futterman, die daarmee wereldwijde faam verwierf. Het is een single-ended push-pull schakeling, waarbij twee eindbuizen in serie staan. De kathode van de bovenste buis zit aan de anode van de onderste. De impedantie op het knooppunt is relatief laag. Door meerdere buizen parallel te schakelen wordt de uitgangsimpedantie nog lager. Bovendien wordt de beschikbare uitgangsstroom groter.

Bij AITOS staan twee buizen parallel, per eindtrap zijn er dus vier buizen gebruikt. Een moeilijk punt is dan nog de offset spanning op de luidspreker aansluiting. In de AITOS eindversterker wordt dit omzeild door toepassing van een (grote) uitgangscapacitor. De impedantie wordt verder verlaagd door een rigoreuze overall tegenkoppeling.

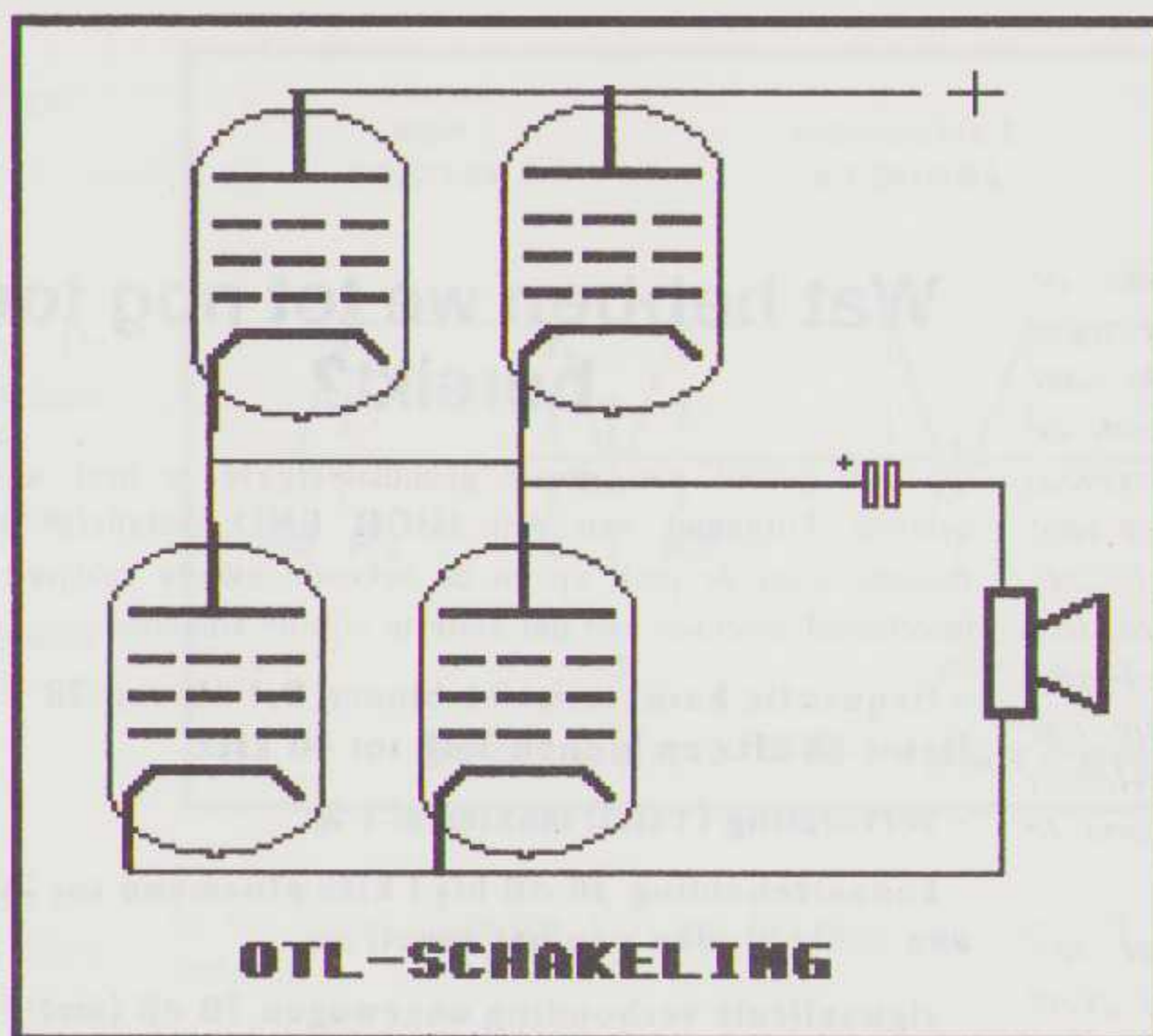


Als er geen buizen in zaten zou het lijken op de (transistor schakeling van de) Quad 303!

Langzaam maar zeker kreeg de AITOS eindversterker grotere bekendheid (hij wordt door ons nog immer als een goede referentie beschouwd). De groeiende vraag had tot gevolg dat er een verkoop organisatie op poten werd gezet: **DC HI FI SYSTEMS**. De afkorting "DC" staat voor de initialen van de directeur Denny Cabell. Deze markante persoonlijkheid was velen al eerder bekend door zijn enthousiaste inzet bij de firma Multifoon in Delft (waar hij overigens nog ieder weekend te vinden is).

In het begin werden de AITOS versterkers vrijwel uitsluitend door Multifoon verkocht. Later kwam daar CAC in Leiden bij.

De nog steeds wassende vraag is nu aanleiding om ook elders in het land (en daarbuiten) nieuwe verkooppunten aan te boren.



De ontwerper, de heer van Dis, vond in de toenemende belangstelling aanleiding om zijn onderzoeks- en ontwikkelwerk op gestagige wijze voort te zetten. Het is (gelukkig) niet zo dat we elk jaar nieuwe modellen kunnen verwachten, maar een verbreding van het programma was wel nodig. Tenslotte bestaat een geluidsinstallatie niet uitsluitend uit eindversterkers.

In 1986 zag een pre-pre het licht en een jaar later verscheen er een complete regelversterker in de winkel.

Dezer dagen is er een nieuwe eindversterker te verwachten, het type 900. De eerste gegevens zijn indrukwekkend:

Vermogen 120 Watt aan een impedantie van 5 Ohm

Piekvermogen 240 - 270 Watt

Bandbreedte 2 Hz - 225 kHz

THD 0,025 %

Met deze versterker kunnen ook "moeilijke" luidsprekers aangestuurd worden. Dit in afwijking van het eerste model, waarmee sommige luidsprekers niet goed combineerden. De voeding is veel zwaarder en het aantal eindbuizen is verdubbeld.

Er is nu ook een regelversterker zonder pick up ingang. Deze "lijn"-versterker type 300 is meer gefocuseerd op digitale bronnen zoals CD en DAT. Er is ook voorzien in aansluitingen voor tuner, 3 x tape recorder en aux.

Prijzen Aitos:

100 pre-pre	4.350,-
300 lijnversterker	10.000,-
400 regelversterker	20.000,-
800 eindversterker 80 W	17.000,-
900 eindversterker 120 W	26.500,-

(de eindversterkerprijzen gelden voor een set van 2 monoblokken)

Distributeur:

DC Hi Fi systems

Postbus 3056

2601 DB Delft

tel. 015-145 767

ROWLAND RESEARCH

Deze nog jonge Amerikaanse fabrikant heeft een Nederlandse vertegenwoordiger gevonden in de firma Dimex. Zoals U elders in dit nummer kunt lezen was *The Absolute Sound* redelijk enthousiast over dit produkt. Het lijkt een goede aanvulling op het Dimex programma waarin ook de bijzondere apparatuur van o.m. l'Audiophile (ontwerp Jean Hiraga), Jadis en Audiomeca te vinden is.

Prijsstelling Rowland versterkers:

Coherence One pre-amp	14.500,-
Model 3 dubbel mono eindtrap	14.500,-
Model 5 stereo eindtrap	15.500,-
Model 7 dubbel mono eindtrap	30.000,-

Distributeur:

DIMEX

Frankenslag 9

2582 HB Den Haag

tel. 070 - 559 336

ALPI!

Audio(phiele)
Long
Play

De geluidskwaliteit van de bestaande bronnen laat nogal wat te wensen over. De plaat versijft, karspet en ruist; de radio is niet meer te genieten, de CD laat het afweten voor de kleinste signalen (rumte en plaatsing), de compact cassette is ten beste een goed hulpmiddel. De hoogste tijd dus om aan nieuwe systemen te denken en de horizon te verleggen.

In dit artikel zijn wat her-sensatie's op een rij gezet die hoopelijk aanleiding geven tot nieuwe impulsen. Het blad A&T valt ook bij Philips in de bus en als we de krant goed hebben gelezen kunnen ze bij de afdeling consumenten elektronica best wel een goed idee gebruiken.

Wat hebben we tot nog toe bereikt?

Op het gebied van goede geluidswaergave is heel wat te beleven. Uitgaand van een **HIGH END** installatie is de mooiste bron de pick up en de bekende zwarte schijven. De (meetbare) aspecten aan dat systeem zijn de volgende :

- frequentie karakteristiek binnen 0.1 dB van 20 Hz tot 18 kHz en binnen 3 dB tot 40 kHz.
- vervorming (THD) maximaal 1 %
- kanaalscheiding 30 dB bij 1 kHz afnemend tot 20dB aan beide einden van het spectrum
- signaal/ruis verhouding ongewogen 70 dB (met eengoed MC-element)

Als je het zo op een rij ziet staan is het bepaald niet indrukwekkend. Desondanks is de plaat voor velen nog steeds de absolute top in geluidskwaliteit.

Een tweede bron is de CD-speler. De eigenschappen van dit systeem zijn de volgende :

- frequentie karakteristiek binnen 0.1 dB van 20 Hz tot 20 kHz
- vervorming (THD) maximaal 50 % bij de kleinste signalen en 0.01 % voor maximale uitsturing
- kanaalscheiding >80 dB
- signaal/ruis verhouding >90 dB

Het mag duidelijk zijn dat de CD het op één punt, als systeem, laat afweten: de vervorming kan tot gigantische waarden oplopen. In de praktijk gebeurt dat niet omdat men de opname comprimeert tot zo'n 40 a 50 dB dynamiek. Het enige wat daaronder dan nog vervormt is de stilte. Maar ook bij -50 dB is de vervorming relatief groot t.o.v. analoge systemen. Ons gehoor werkt andersom: het is subjectief niet zo erg als luide signalen vervormen als dat maar niet in de zachte passages gebeurt.

Het meest in het oog springende voordeel van de CD is het gebruiksgemak en de geringe slijtage.

De cassette speler heeft langzaam maar zeker zijn optimum bereikt. Een nadeel is wel dat voorbespeelde cassettes van bedroevende kwaliteit zijn. Het systeem leidt tot de volgende specificaties :

- frequentiebereik van 20 Hz tot 20 kHz binnen 1dB
- vervorming (THD) maximaal 1 %
- kanaalscheiding >40 dB
- dynamiek, resp S/N afstand (met Dolby-B) 60 dB

Opmerkelijk is dat vaak betere resultaten bereikt worden met de goedkoopste bandsort.

Dat gaat dan wel gepaard met extra slijtage van loopwerk en koppen.

Wat zijn de mogelijkheden tot verbetering?

De band en de plaat zijn slechts marginaal te verbeteren zonder de compatibiliteit te verliezen. Eigenlijk geldt datzelfde voor het CD-systeem, dat in hoge mate beperkt wordt door de vastgelegde norm. Toch kunnen we bij alle systemen nog wel enige verbeteringen bedenken.

DE LANGSPEELPLAAT

1. De plaatweergave kan verbeterd worden door de plaat zelf aan te pakken. Het basismateriaal zou een meer homogene structuur kunnen krijgen, waarmee de signaal/ruis afstand verbetert. Het is ook denkbaar dat resonanties en terugkoppelingen via de plaat onderdrukt worden door toepassing van een triplex systeem. De drie lagen zouden dan bijv. uit vinyl, polypropyleen en weer vinyl kunnen bestaan. Afhankelijk van het procedé zou de plaat iets zwaarder worden. Veel kleuring zou daarmee kunnen verdwijnen.

2. De plaat kan tevoren antistatisch gemaakt worden. Daardoor wordt veel slijtage en gespetter voorkomen.

3. Aan lagering van het plateau en de arm kan ook wel wat verbeterd worden. Het mooiste zou het zijn indien op basis van de Goldmund draaitafels via massa productie een goede draaitafel voor fl.500,- in de winkel zou komen.

DE CASSETTE SPELER

Dit is verreweg het goedkoopste systeem en een goede en goedkope speler is voor vrijwel iedereen betaalbaar. Mogelijke verbeteringen :

1. Met moderne kunststoffen kan een nieuw en dunner basismateriaal voor de band ontwikkeld worden, waardoor de speelduur kan toenemen tot 45 minuten per kant zonder noemenswaardige bandrek.

2. De emulsie kan verbeterd worden waardoor de modulatie diepte verbetert en het ruisniveau lager wordt.

3. Er zijn betere ruisonderdrukkingssystemen mogelijk. Men zou de professionele DBX-coders en -decoders kunnen integreren waardoor de S/N verhouding met 20 dB verbetert.

4. De bandsnelheid kan verhoogd worden waardoor de bandbreedte groter wordt en de faseproblemen afnemen.

5. Bij halfspoor i.p.v. het gebruikelijke kwartspoor kan het gedrag in het laagste oktaaf verbeteren.

De laatste twee maatregelen tasten de compatibiliteit aan. Dat hoeft geen groot bezwaar te zijn daar met dit systeem doorgaans uitsluitend eigen opnamen worden afgespeeld.

HET CD-SYSTEEM

Dit systeem wordt in ernstige mate beperkt door de vastgelegde norm. De bandbreedte en de resolutie liggen vast. Toch zijn er nog mogelijkheden:

1. Toepassing van een goed compressie systeem, waardoor de kleinste signalen beter weergegeven worden. Zelfs een eenvoudige-Dolby-B compressie kan de zaak ingrijpend verbeteren.

2. Gebruik van 2 AD-omzetters per kanaal. Daardoor verbetert de precisie van de omzetting.

Verdere verbetering is slechts mogelijk indien de norm gewijzigd wordt. De ontwikkelkosten zullen niet gering zijn en het is de vraag of de al bestaande plaatjes dan nog af te draaien zijn. Bij een nieuwe norm valt te denken aan:

3. lineaire Delta-modulatie. De resolutie voor kleine signalen neemt daarmee enorm toe

4. Hogere bit- en sample-rates waarmee zowel de nauwkeurigheid als de bandbreedte worden verbeterd

NIEUWE TECHNOLOGIE

De ontwikkelingen staan niet stil. Allerwegen wordt vooruitgang geboekt op het gebied van nieuwe materialen en de verdere integratie van elektronica. Het meest tot de verbeelding spreken zaken als de MEGACHIP van Philips en Siemens. In de nieuwste generatie CD-spelers is de integratie van functies zodanig dat nog slechts enkele chips het hele werk doen.

Ook op analog gebied wordt er het nodige gerealiseerd. Er zijn nu op amps verkrijgbaar met een bandbreedte van meer dan 100 MHz. De ontwikkeling van keramische materialen is ook van belang, bijv. voor de lagere van draaitafels, cassette loopwerken en cd-spelers.

Nieuwe kunststoffen en fotogevoelige emulsies leiden tot het goedkoop vervaardigen van optische beeld- en geluidsdragers.

Toepassing van nieuwe technologieën stuit echter op een groot probleem: de ontwikkelkosten zijn hoog. Wat let ons om eens te kijken of er door de combinatie van oude bekende technieken iets te bereiken valt.

ALP!

De **ALP!** is zo'n combinatie. ALP staat voor **AUDIO LONG PLAY** een variant op de **VLP**, het **VIDEO LONG PLAY** systeem. De VLP is een 30 cm plaat voorzien van optische analoge beeldinformatie. Een paar belangrijke kenmerken zijn:

- door de optische aftasting wordt de plaat niet beschadigd en heeft daarmee een lange levensduur

- de bandbreedte van het systeem is omstreeks 4,5 MHz

- de toegangstijd tot een willekeurig stuk is kort

- het bedieningsgemak is van dezelfde orde als de CD-speler

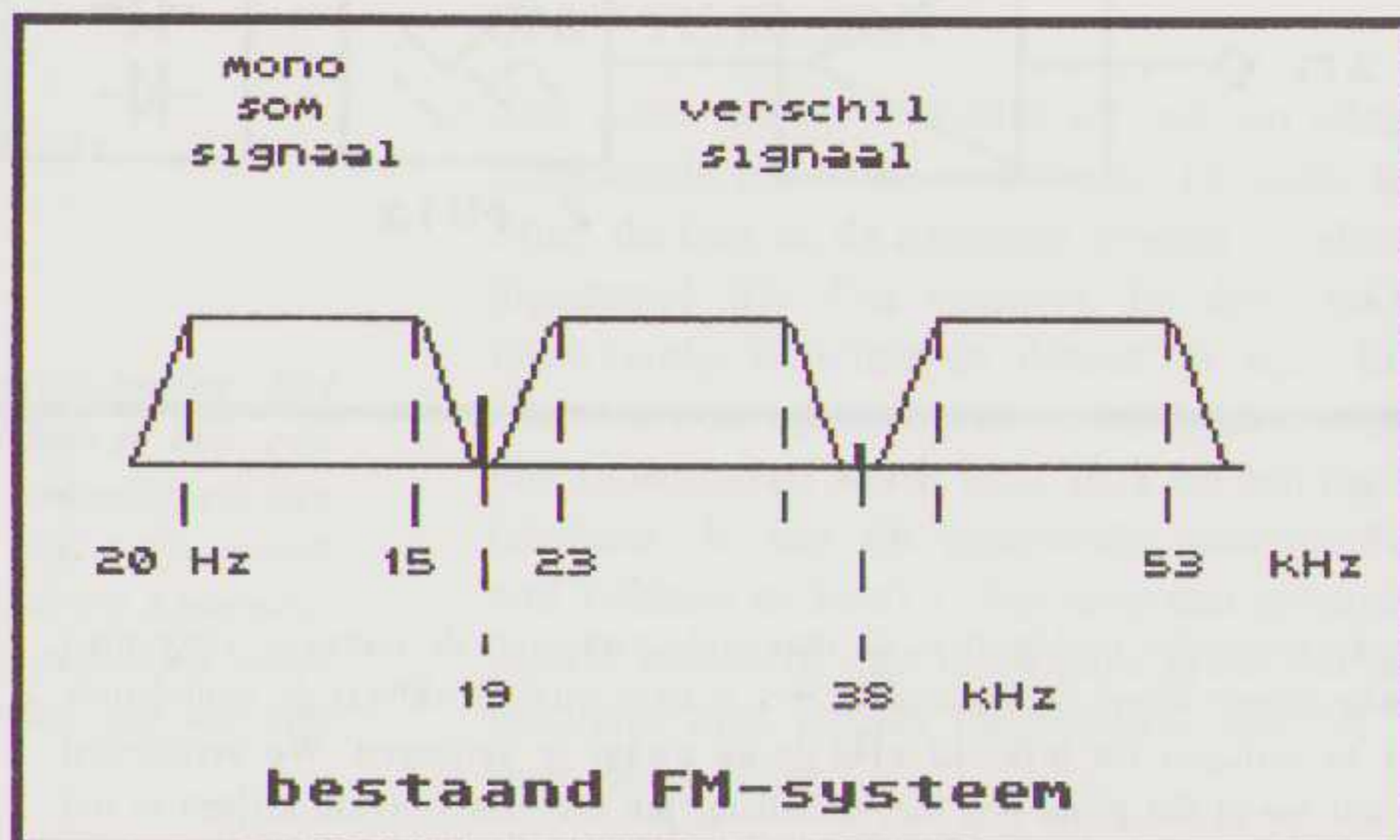
Het meest in het oog lopende verschil met de CD is dat het systeem analog is t.p.v. digitaal. Inmiddels zijn er ook spelers die zowel analoge video als digitaal geluid kunnen weergeven. Die spelers zijn dus voor beide toepassingen geschikt.

Wie wel eens naar de weergave van een VLP heeft gekeken zal het rustige beeld en de afwezigheid van ruis zijn opgevallen.

De bedoeling is nu dat we de twee stereo kanalen omzetten in een enkel analog kanaal wat binnen de bandbreedte van het video systeem valt. In het verleden is daar een goede techniek voor ontwikkeld, die tot op heden redelijk voldoet namelijk **stereo FM**. Binnen het zgn. multiplex-systeem zijn mogelijkheden tot verbetering. Het systeem kan zonder veel aanpassingen en met gebruik van al bestaande IC's ook voor de optische VLP worden gebruikt. De ontwikkelkosten zijn daardoor erg laag en zoals we zullen aantonen is het superieur aan de bestaande technieken.

Het multiplex systeem

Door middel van een matrix worden twee kanalen (links en rechts) zodanig versleuteld dat er een som- en een verschilsignaal ontstaat. Het somsignaal is dus gewoon mono. Met het verschilsignaal wordt een (hulp-) draaggolf in amplitude gemoduleerd. Die draaggolf wordt onderdrukt, echter er wordt een piloottoon gegenereerd op de halve frequentie van de draaggolf.



In de figuur hierboven zien we het spectrum van het bestaande multiplex systeem.

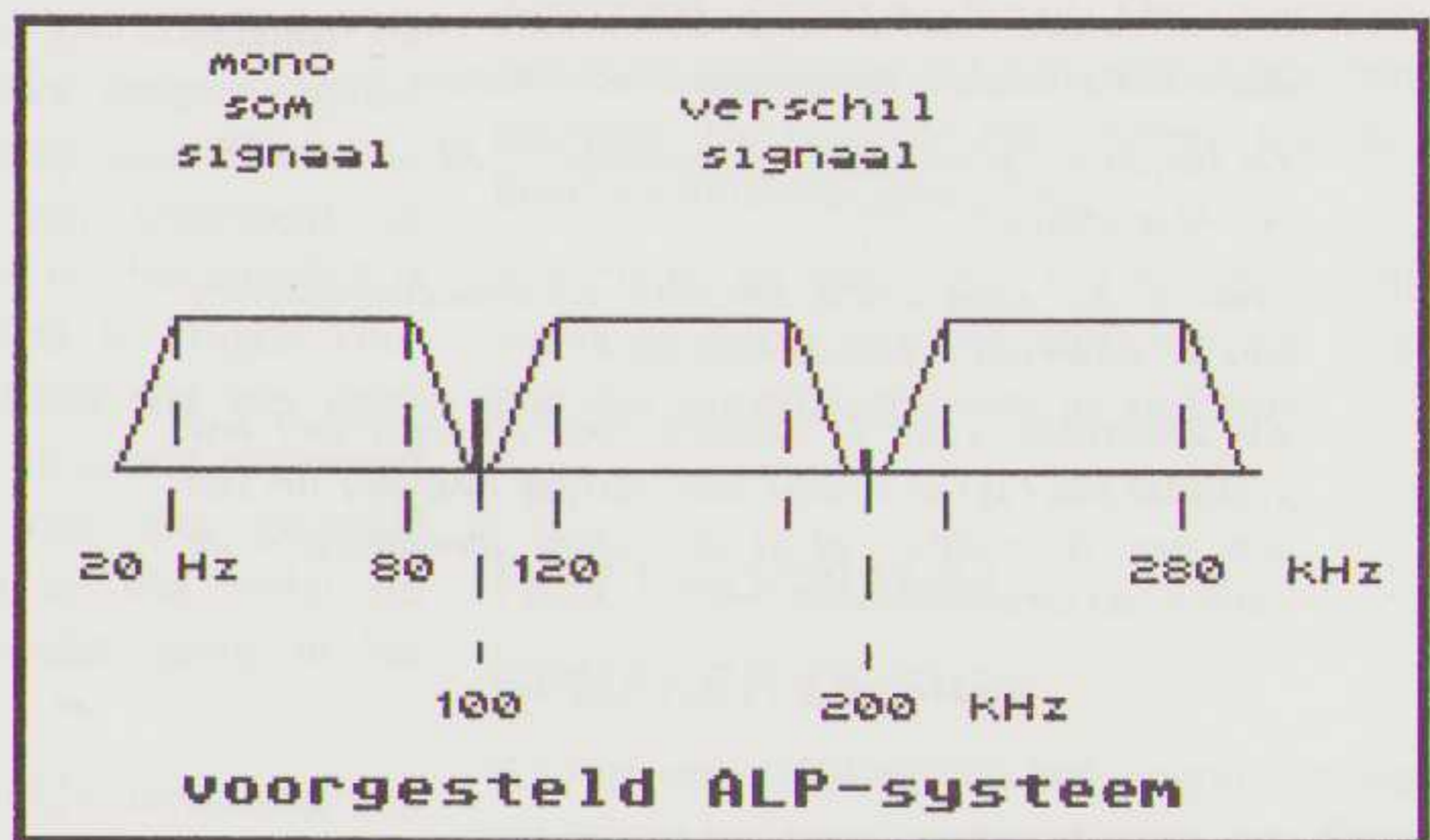
Het somsignaal beslaat een spectrum van 20 Hz tot 15 kHz. Daarna komt de hulpdraaggolf op 19 kHz. De onderdrukte 38 kHz draaggolf is (amplitude) gemoduleerd met het verschilsignaal dat ook een bandbreedte heeft van 15 kHz. Daardoor ontstaan twee zijbanden van 38 - 15 en 38 + 15 kHz. De totale bandbreedte is dus 53 kHz.

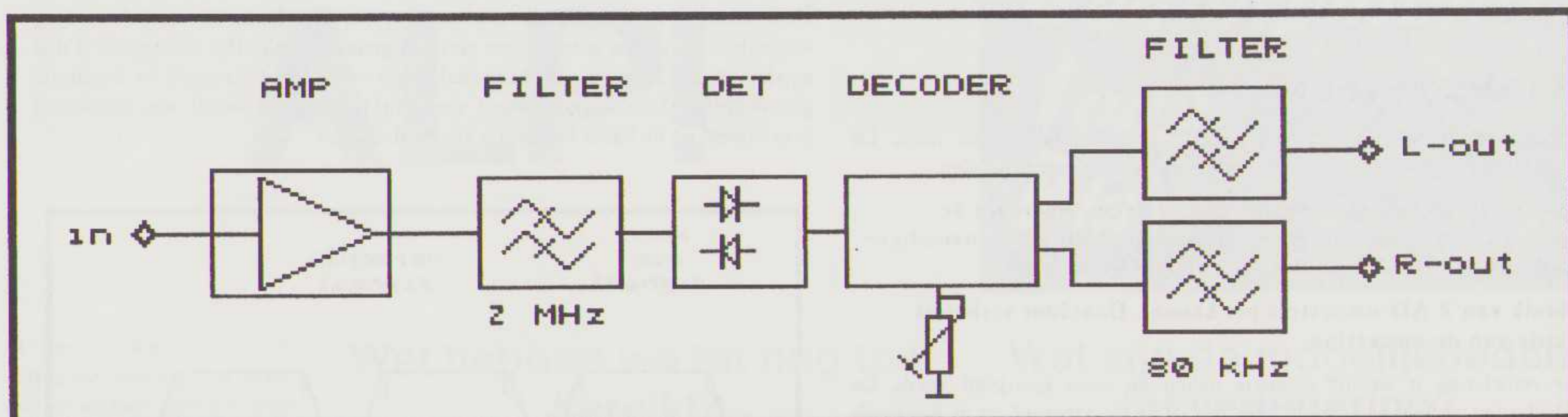
Met dit signaal wordt een draaggolf in **frequentie** gemoduleerd. Deze modulatie-wijze zorgt er voor dat allerlei amplitude-modulaties en -stringen in de ontvanger onderdrukt worden.

Indien we nu de kwaliteit vergelijkbaar willen maken met de langspeelplaat (of beter) dan zullen we om te beginnen de doorgelaten audio bandbreedte willen vergroten. We stellen daarom voor het spectrum te verdelen zoals in de volgende figuur aangegeven.

De draaggolf voor het verschilsignaal komt op 200 kHz en de hulpdraaggolf op 100 kHz. De audio bandbreedte kan dan 80 kHz worden. Een dergelijke bandbreedte laat twijfelloos alle mogelijke snelle signalen zonder veel problemen door. Omdat de filterfrequentie op 80 kHz ligt zal het faseverloop bij de opname ook veel minder aangetast worden als bij de nu bekende systemen.

Met het multiplex signaal wordt een draaggolf van 2 MHz in frequentie gemoduleerd.





Het enige mogelijke probleem is de maximale zwaai en de daarmee verbonden modulatie diepte ofwel de dynamiek. Het is natuurlijk denkbaar de audiobandbreedte te verlagen tot bijv. 40 kHz en de zwaai te verhogen. We vermoeden echter dat we in dat geval een niet onbelangrijke faseverschuiving krijgen in het hoorbare audio gebied. De ontvanger kan simpel gehouden worden. Van storende zenders is geen sprake het enige te versterken signaal is dat van de **ALP**.

In de derde figuur zien we de ontvanger. Het middenfrequent filter hebben we nauwelijks nodig en kan bestaan uit een simpel RC-netwerk. De versterking en detectie kan plaats vinden in een enkel IC. De detectie-kring moet zeer breedbandig zijn om een lage vervorming te waarborgen. Ook voor de decoder kan een bestaand IC gebruikt worden. Ook het uitgangsfiler kan een eenvoudig RC-netwerk zijn.

De te verwachten resultaten zijn als volgt :

audio bandbreedte	80 kHz
THD	<0,2 % (0,05 %)
kanaalscheiding	>40 dB (50 dB)
signaal/ruisverhouding	>60 dB (80 dB)
storingsonderdrukking	>80 dB

De gegeven waarden gelden bij gebruik van eenvoudige detectie- en decoder-IC's (TDA-typen). Met 'mooiere' IC's, bijv. van Hitachi, zijn de waarden tussen haakjes haalbaar (Zie ook het Kenwood-bericht in de rubriek HI FI NIEUWS).

De produktiekosten van een eenvoudige ontvanger zijn omstreeks fl. 20,-. De winkelprijs zal dan omstreeks fl. 100,- bedragen. Deze omschakeling zal voor de gemiddelde consument nauwelijks een bezwaar zijn.

Indien het systeem (als extra) wordt ingebouwd in een CD-speler heeft de consument de vrije keus uit analoge of digitale weergave. We hebben het donkerbruine vermoeden dat het "ALP!" systeem veel 'audiophielen' over de streep krijgt. Wellicht gaat dat ten koste van de CD maar daar was deze redactie toch al niet zo blij mee.

CLASSIFIED

In deze rubriek vindt U kleine advertenties van lezers voor lezers, d.w.z. uitsluitend particuliere advertenties.

De kosten per advertentie zijn minimaal fl. 10,- en fl. 5,- per 10 leestekens.

(Voor fl. 10,- kunt U dus maximaal 80 leestekens plaatsen en elke 10 tekens extra kosten fl. 5,-)

De advertentie kunt U plaatsen door de tekst met een girobetaalkaart op te zenden naar postbus 748, dan wel een giro over te maken met in de rubriek mededelingen de inhoud van de advertentie.

Te koop aangeboden :

Voor- en Regelversterker AT-833M + voeding AT-855 voorzien van Ropel polypropyleen en polystyreen condensatoren.

Uniek geluid voor slechts Bfr. 5.000,-.

Te bevragen bij :

Marc de Swert
M. Eksterveldlaan 46
2820-Bonheiden (België)

LUIDSPREKER ZELFBOUW

Het zelfbouwen van luidsprekers is een zeer populaire vorm van tijdsbesteding. Het lijkt op het eerste gezicht ook veel gemakkelijker dan de zelfbouw van een versterker of een platenspeler. Zoals zo vaak is ook dit niet zo eenvoudig als het lijkt. Het is iets eenvoudiger als er van een bestaand (goed) ontwerp wordt uitgegaan, maar zelfs dan ligt het pad van de hobbyist vol voetangels en klemmen. Indien er van meet af aan een luidspreker-systeem ontworpen en gebouwd moet worden is het nog moeilijker. Dit artikel beschrijft enkele methoden om tot een gegarandeerd goed resultaat te komen.

Het lijkt allemaal zo eenvoudig; zes plankjes en een paar units en er komt geluid uit! Bovendien lijkt het goedkoop. Je kunt geld besparen door zelfbouw. Een veel voorkomende valkuil is dat er gedacht wordt dat je voor een bedrag tussen fl. 200,- en fl. 400,- ten minste een paar redelijke luidsprekers bouwt.

Hoe is de situatie nu in werkelijkheid? Ten eerste moeten we er van uitgaan dat gerenommeerde fabrikanten veel modellen maken in de prijsklasse tot fl. 400,- per stel. Voor deze luidsprekers geldt dat er research gedaan is, dus het ontwerp is ten minste redelijk zo niet uitstekend en dergelijke luidsprekers door de grote aantallen zeer goedkoop gemaakt worden. Dit nu leidt tot de konklusie dat het onmogelijk is in deze categorie iets beters te maken voor een lagere of zelfs dezelfde prijs. Er zijn voorbeelden te over van goede systemen, zoals van Mission, BNS, Celestion en Wharfedale. In de prijsklasse tussen fl. 400,- en fl. 600,- per stel is het mogelijk voor dezelfde prijs dezelfde resultaten te bereiken als met een fabrieks systeem. Waarom zou je echter de moeite nemen als bovendien de afwerking van een fabrieks systeem zoveel mooier is. Daar win je niets mee. Boven fl. 600,- per stel zijn (in het algemeen) de produktie aantallen zo klein dat het mogelijk is een beter klinkend resultaat te krijgen voor hetzelfde geld. Dan dient het wel een goed doordacht ontwerp te zijn en goede ontwerpen voor de doe-het-zelver zijn dun gezaaid! Vergelijkende testen zijn er niet zodat de aspirant zelf-bouwer vaak een sprong in het duister doet.

Het is wel mogelijk om bij Uw leverancier een zelfbouw-set te beluisteren. De omstandigheden zijn dan echter zo anders dan bij U thuis dat een goed oordeel niet te vormen is.

De akoestiek is anders, de versterker en de bron heeft andere eigenschappen dan wat U thuis gewend bent en er wordt meestal gedemonstreerd met meerdere luidsprekers in een ruimte. In het laatste geval is er helemaal geen peil op te trekken want ze doen allemaal mee!

WAT TE DOEN?

Een goed ontwerp bestaat uit een op elkaar afgestemde reeks van variabelen. De units, het filter, de kast en de demping moeten op elkaar afgestemd zijn. Dat betekent dat deze zaken nauwkeurig omschreven dienen te zijn. Een ontwerp waarbij bijvoorbeeld het kastmateriaal niet omschreven wordt leidt vaak tot een matig resultaat. Is aan de genoemde voorwaarden wel voldaan en heeft U wel eens een gebouwd model beluisterd dan is de kans groot dat het ontwerp, mits precies nagebouwd, ook bij U thuis goed klinkt.

Indien U nog geheel in het ongewisse bent of zelf wat wilt berekenen en experimenteren dan helpt Audio & Techniek U verder. U kunt zelf bepalen welke units U wilt gebruiken en vervolgens hoe U wilt filteren en hoe de kast er uit gaat zien. Noodzakelijk is wel dat U (of een nabije vriend) over een computer beschikt. We geven hieronder ook de belangrijkste formules, zodat U het eventueel ook op een zakcalculator kunt narekenen. Dat is echter een zeer omslachtige methode en omdat er niet geprint kan worden dienen alle berekeningen opgeschreven te worden.

We hebben een programma ontwikkeld dat zowel op een PC, XT (kloon) als op de Atari ST gebruikt kan worden. Het programma is bestemd om de kast voor de laag-weergave te berekenen.

Op dit gebied zijn er de laatste jaren zeer positieve ontwikkelingen geweest. Was het in het verleden zo dat veel kasten berustten op "trial-and-error" dan hebben we nu de mogelijkheid om met een gegeven unit het gedrag in een kast nauwkeurig te voorspellen. Het meeste werk hiervoor is verricht door de Australiers Thiele en Small. Ons programma berust in hoofdzaak op hun wiskundige benaderingen. De kans dat een ontwerp mislukt is hierdoor minimaal geworden.

We kijken nu eerst naar hoe het programma werkt en geven aan het eind van het artikel nog wat aanwijzingen voor de kastbouw.

HET PROGRAMMA SPEAKER-DESIGN

Aan de ontwikkeling van het programma werd medewerking verleend door Jos Peters, Patrick Savalle, Michel Ties-sens, Frits Savellkoul, Martin Streefkerk en Eelco Grimm.

GEBRUIKTE TERMEN

BOX

dit kan zowel de enkele behuizing als wel de behuizing met alle bijbehorende componenten betekenen.

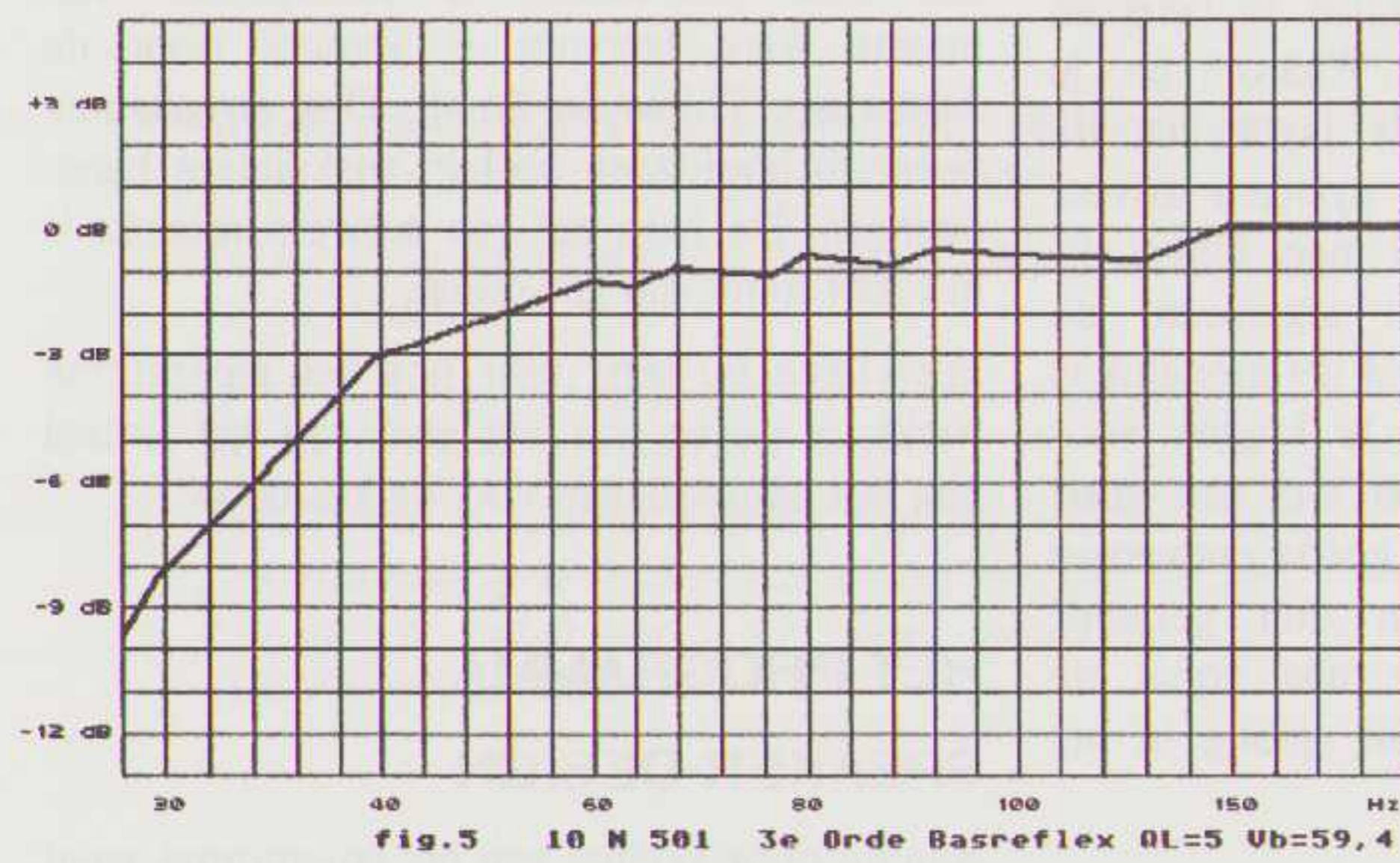
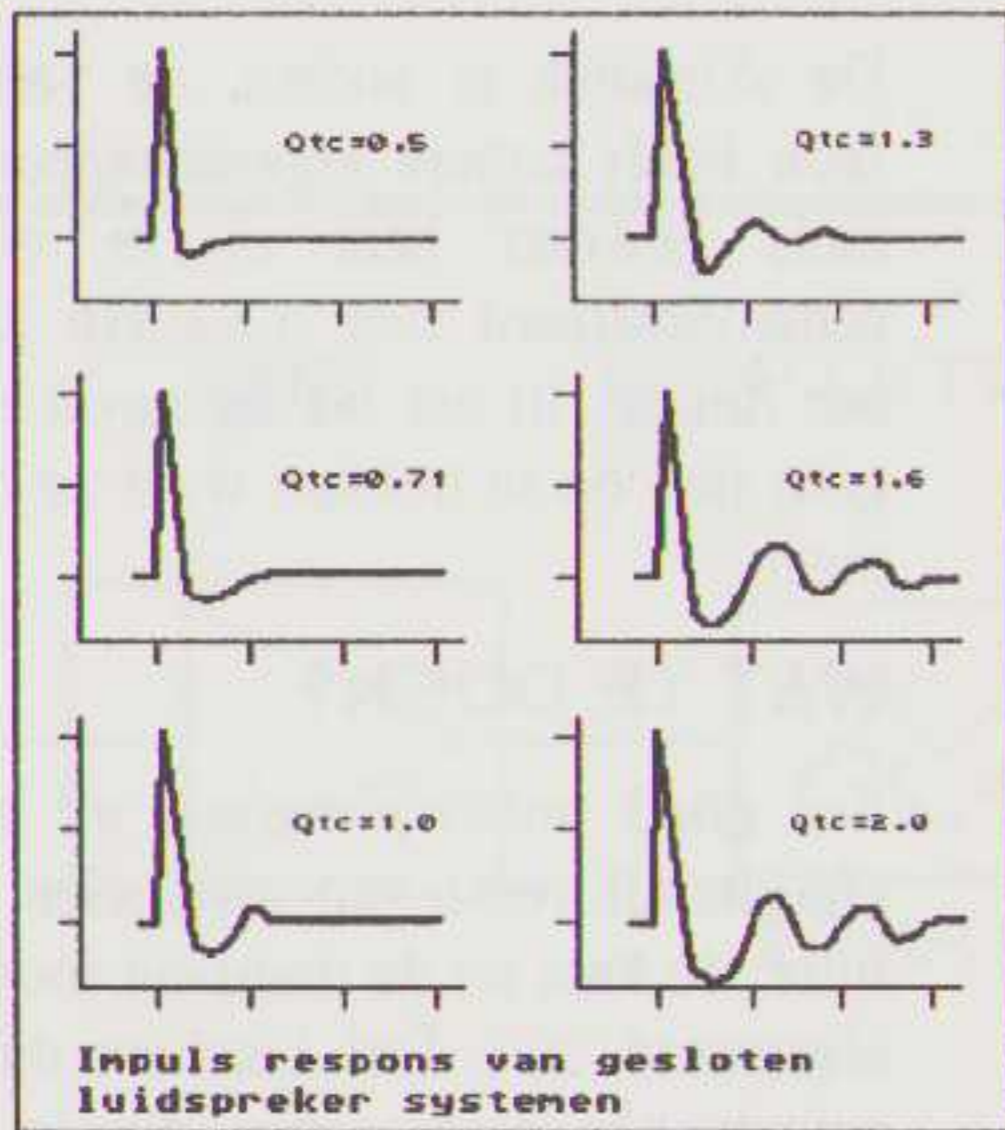
SYSTEEM

een luidsprekersysteem bestaat uit het totaal van componenten : de kast of behuizing, de units en het filter.

UNIT

hieronder verstaan we de enkele luidspreker, ook wel het luidsprekerchassis genoemd.

N.B. Sommige tekeningen (curves) zijn vervaardigd van een iets andere unit resp. met afgeronde bedragen berekend en kunnen daarom afwijken van de rekenvoorbeelden.



GESLOTEN KASTEN

Om een gesloten systeem te berekenen zijn slechts drie parameters van de gebruikte unit nodig. Dit is het eenvoudigste deel van het programma en de doe-het-zelver heeft hiermee de grootste kans op succes. We gaan uit van enkele bekende units en volgen daarbij de berekeningen stap-voor-stap.

Als eerste unit gebruiken we de FOCAL 10N501. Zijn parameters hebben de waarden:

$$F_s = 21.8 \text{ Hz}$$

$$V_{as} = 212.7 \text{ L}$$

$$Q_{ts} = 0.231$$

Het blijkt dat we een gesloten systeem op meerdere manieren kunnen afstemmen. We kunnen kiezen voor een optimale impulsweergave (Bessel) of voor een optimaal vlakke frequentie respons. We kunnen zelfs voor een weergave met een "bult" op de resonantie kiezen. We willen deze unit nu zo inbouwen dat we een optimaal vlakke frequentie respons kunnen verwachten. De afstempaarparameter die ons hierbij kan helpen is Q_{tc} , de Q-factor van het systeem bij F_s .

Uit de formule: $Q_{tc} = Q_{ts} * \sqrt{((V_{as}/V_b)+1)}$

blijkt dat Q_{tc} afhankelijk is van drie andere parameters: Q_{ts} , V_{as} en V_b .

De eerste twee worden bepaald door de gebruikte unit. We kunnen de afstemming ($=Q_{tc}$) alleen beïnvloeden door V_b , dat is het kastvolume, te variëren. Welke afstemming, welke Q_{tc} , geeft ons nu de gewenste optimaal vlakke frequentie respons? Kijk eens naar de twee door het programma uitgeprinte responscurves (fig.1 en 2).

Elke curve vertegenwoordigt een andere Q_{tc} -waarde.

Voor $Q_{tc} = 0.577$ (Bessel) merken we een erg vroegtijdige afval op.

Voor $Q_{tc} = 0.707$ (Butterworth) hebben we een optimaal vlakke respons. Dit is dus de Q_{tc} -waarde die we gaan gebruiken.

We schrijven de eerste formule om en vullen die in:

$$V_b = V_{as}/((Q_{tc}/Q_{ts})^2 - 1) \quad ==>>$$

$$212.7/((0.707/0.231)^2 - 1) = 25.42 \text{ L}$$

$$V_{ab} = V_b * 0.85 = 21.6 \text{ L}$$

Waarbij: V_b = benodigd volume zonder damping V_{ab} = benodigd volume indien gedempt met BAF.

We hebben nu het volume gevonden waarin de unit de gewenste frequentierespons geeft. Hoe zijn nu de verdere prestaties? Door het inbouwen van de unit in een luchtvolume is er een extra compliantie (= veerwerking) toegevoegd, nl. de veerkracht van het volume. Hierdoor is de resonantiefrequentie gestegen van F_s (de resonantie van de unit in vrije lucht) tot F_c (de resonantie van het systeem).

Het verband tussen deze twee wordt gegeven door:

$$F_c = F_s * Q_{tc}/Q_{ts} \quad == \gg \\ = 22 * 0.707/0.231 = 66.7 \text{ Hz}$$

Het -3 dB punt bepalen we met:

$$F_3 = F_c * ((A + (A + 4))/2) = 68 \text{ Hz}$$

$$\text{Waarbij } A = (1/Q_{tc}^2)^{-2}$$

De verzwakking (of versterking) op F_c :

$$R = 20 * \log Q_{tc} = -3 \text{ dB}$$

Uit deze gegevens, en uit de frequentie respons door de computer, blijkt nu dat de unit minder geschikt is voor gebruik in een gesloten systeem. Er komt (voor zo'n grote unit) te weinig laag uit. Acceptabel zou een F_3 van 50 Hz zijn geweest, hoewel nog niet echt royaal.

Voor deze unit kunnen we nu de volgende toepassingen bedenken nl. een basreflex, transmissielijn of ander open systeem!

Wat is nu kritisch, bij de afstemming van een gesloten kast?

De bovenstaande berekeningen gaan natuurlijk alleen op als de unit inderdaad voldoet aan de specificaties die door de fabrikant zijn opgegeven. In de praktijk echter blijkt dat de gemiddelde afwijkingen van de unit, t.o.v. de specificaties, zo groot zijn dat de berekeningen hooguit een goede benadering vormen. Overigens is een foute afstemming bij een gesloten kast niet zo erg mits u ongeveer het juiste volume gebruikt. U komt afhankelijk van de afwijkingen van de unit op iets andere Q_{tc} -waarden uit, met de daarbij behorende kleine verschillen in frequentie respons.

Een andere Q_{tc} -waarde staat dan weliswaar voor een andere afstemming, maar een echte fout-afstemming is niet mogelijk bij gesloten kasten.

BASREFLEX KASTEN

Ook bij een basreflex kunnen we kiezen voor verschillende afstemmingen, nl. een optimaal vlakke respons, een vroeg afvallende respons met toch een laag -3 dB punt en een frequentierespons met een bult. Zelfs twee bulten zijn mogelijk (en komen ook vaak voor bij niet goed afgestemde zelfbouwkasten). De parameters die ons hierbij gaan helpen zijn F_b , en h . F_b is de Helmholtz resonantie frequentie, is de verhouding V_a/V_b en h is de verhouding F_b/F_s .

Een combinatie van deze parameters (in samenspel met de parameters van de unit) moet ons de gewenste afstemming leveren. Er zijn verschillende methoden om de gewenste afstemming te berekenen. Dit programma gebruikt er drie, elk voor een ander soort afstemming.

Let er wel op dat voor een specifieke unit de optimaal volumes van elk van die drie methoden ongeveer overeenkomen. Voor een unit met een hoge Q_{ts} is de derde-orde afstemming niet de meest geschikte, er is dan geen vlakke frequentie respons mogelijk.

De optimaal afstemming volgens Small

Stel we willen ons luidspreker-chassis in een basreflexkast gebruiken. En wel zodanig dat we een optimaal vlakke frequentierespons in een zo klein mogelijke kast verkrijgen. Hiervoor zijn de Small en Thiele afstemmingen het meest geschikt. Onze 10N501 had de volgende parameters:

$$F_s = 22 \text{ Hz} \quad V_{as} = 213 \text{ L} \quad Q_{ts} = 0.231$$

De formules die Small gebruikt zijn vrij complex en niet erg handig om te gebruiken. Hij heeft daarom speciale nomogrammen ontwikkeld, aan de hand van waarvan de juiste afstemming kan worden gevonden.

I.p.v. die nomogrammen hebben wij afstemtabellen gemaakt, een omrekening van de nomogrammen. Met die tabellen vindt u sneller een goede afstemming. We maken gebruik van drie verschillende tabellen: $Q_l=5$, $Q_l=7$ en $Q_l=10$. Q_l is een maat voor de inwendige verliezen van de kast, veroorzaakt door dempingsmateriaal, luchtwrijving en lekken. Hoe groter de kast, hoe lager Q_l .

In de praktijk geldt de volgende vuistregel:

$$\begin{aligned} 0 - 20 \text{ L} &: Q_l = 10 \\ 20 - 60 \text{ L} &: Q_l = 7 \\ 60 - 160 \text{ L} &: Q_l = 5 \end{aligned}$$

U voert de Q_{ts} -waarde van de unit in de eerste kolom van een willekeurige tabel in (bv. $Q_l=5$), in dezelfde rij waarin die Q_{ts} -waarde voorkomt staan ook alle bijbehorende afstemgegevens.

Nu bepaalt u op de volgende wijze het benodigde kastvolume:

$$V_b = V_{as} / \text{Alfa} \quad V_b = 213 / 3.67 = 58 \text{ L}$$

Er blijkt nu dat we een middelgroot volume verkrijgen, een goede oplossing lijkt om $Q_l=7$ te kiezen, de berekening wordt nu:

$$V_b = V_{as} / \text{Alfa} \quad V_b = 213 / 3.77 = 56.4 \text{ L}$$

$$F_b = h * F_s \quad F_b = 1.45 * 22 = 31.6 \text{ Hz}$$

$$F_{-3} = F_3 F_s * F_s \quad F_{-3} = 1.79 * 21.8 = 39 \text{ Hz}$$

N.B. Reken de generator weerstand mee in de berekening van Q_{ts} . Onder generator-weerstand verstaan we de gezamenlijke weerstand van de versterker, de luidsprekerkabel en de filterspoel. Indien U passief filtert (met een filter in de box) geef dan minimaal 0.5 Ohm op en indien U actief filtert geef dan minimaal 0.2 Ohm op.

Derde orde afstemming

De tweede afstemmethode in het programma is die van de derde orde afstemming, d.w.z. de afval beneden F_b verloopt met 18 dB/oktaaf. Zo'n afstemming is, wat betreft frequentie respons bijna nooit vlak te krijgen. Deze is nl. afhankelijk van de gebruikte unit. Toch zal het in dit geval aardig lukken, omdat de unit een lage Q_{ts} heeft. Het voordeel van deze afstemming is de goede impulsweergave.

Nu moeten we V_b en F_b zo kiezen dat we de gewenste respons verkrijgen. We doen dit op de manier die FOCAL en SIARE ook gebruiken. Hun afstemmethode gebruikt i.p.v. de parameter S . Deze bepaalt het kastvolume en het frequentie verloop.

Welke S moeten we nu kiezen?

Hiervoor bekijken we de responscurves zoals de computer die heeft uitgeprint voor deze unit.

Voor $S = 13$ vinden we een laag -3 dB punt, maar een verschrikkelijke frequentie-respons, een bult van 1.5 dB, niet optimaal vlak dus.

Voor $S = 2$ ontstaat een mooiere respons maar een vrij hoog -3 dB punt en ook een lichtere bult.

Er zal blijken dat bij $S = 5.7$ de meest vlakke 3e orde afstemming mogelijk is.

Hoe gebruiken we nu die S om het juiste volume te vinden?

$$\begin{aligned} V_b &= V_{as} \times Q_{ts}^2 \times S \\ &= 213 \times 0.231^2 \times 5.7 = 64,8 \text{ L} \end{aligned}$$

F_b bepalen we met h als volgt:

$$\begin{aligned} h &= 0.39/Q_{ts} = 0.39/0.231 = 1.69 \\ F_b &= h \times F_s = 1.69 \times 22 = 37.1 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Er blijkt dat in deze afstemmethode (in tegenstelling tot andere afstemmethoden) F_b onafhankelijk is van V_b . Dit is om de 3e orde karakteristiek vast te houden en dit verklaart meteen de niet-rechte frequentie respons bij andere waarden van S dan 5.7.

Small en Thiele schrijven ons namelijk voor dat een echt rechte respons voor een unit slechts in één volume, of ongeveer dat volume, mogelijk is. Dus bij een vastliggende Q_{ts} hoort dan één h , één α en ook één volume.

Andere manieren van afstemmen zijn wel mogelijk maar gaan ten koste van de maximaal vlakke respons. (Voor gesloten kasten is de maximaal vlakke respons $Q_{tc} = 0.7$, maar ook daar zijn andere karakteristieken mogelijk).

We hebben nu V_b en F_b gevonden. Voor we de afmetingen van de poort gaan berekenen kijken we eerst nog even naar de verdere prestaties:

$$F_3 = \sqrt{(V_{as} \times F_s^2)/V_b} = \sqrt{(213 \times 22^2)/64.8} = 40 \text{ Hz}$$

Deze waarde is alleszins acceptabel en zal in de praktijk ruim voldoende blijken te zijn, niet in de laatste plaats vanwege het grote oppervlak van de woofer.

De afstemmethode volgens Hoges

Omdat het rekenwerk van Small en Thiele zo moeilijk is, heeft Hoges benaderings formules opgesteld waarmee gemakkelijk te rekenen valt. Het rekenwerk is iets minder precies dan dat van Small en Thiele, maar in de praktijk blijken de formules redelijk bruikbaar. Bovendien kunnen we met deze benadering uitgaan van een willekeurige kast! Stel we hebben een gebouwde kast staan van 55 L. en we zouden daar onze 10N501 in willen gebruiken. Het rekenen gaat nu als volgt:

$$\begin{aligned}V_{ab} &= 55 \text{ L} \\h &= (V_{as}/V_{ab})^{0.32} \\F_b &= F_s * h \\F_3 &= F_s * (V_{as}/V_b)\end{aligned}$$

Voor onze 10N501 wordt dat:

$$F_b = 22 * 1.6 = 35.3 \text{ Hz} \quad F_3 = 43.2 \text{ Hz}$$

Het is logisch dat hiermee geen ideaal resultaat bereikt wordt. Toch komt het vaak voor dat men al een kast van een vorig experiment heeft staan en zonder veel omslag verder wil. De resultaten zijn in ieder geval nu duidelijk en op papier te bekijken voordat U hieraan begint.

We laten hier een paar curves volgen met de 10N501 waaruit blijkt dat de eerdere benaderingen veel mooier zijn.

We kunnen nu voor elk volume de meest optimale afstemming berekenen, denk er wel aan dat als het volume te veel afwijkt van het optimaal volume, er geen rechte frequentierespons meer mogelijk is.

POORTBEREKENING

Nu gaan we de poort berekenen. Hiervoor hoeven we alleen F_b en V_b te weten, het berekenen van de poort staat los van de afstemmethode. Allereerst kiezen we een poort oppervlak. Dit kan willekeurig mits de onderste grens niet kleiner dan het minimum poortoppervlak en de bovenste grens maximaal $2/3 S_d$ is. Allereerst bepalen we het minimum oppervlak van de poort om allerlei compressie verschijnselen te vermijden. Om dat te kunnen berekenen moeten we wel over de volgende gegevens beschikken $X_{lin.}$ (max. lineaire uitslag) en S_d (eff. opp. membraan).

De unit uit ons voorbeeld heeft daarvoor de volgende waarden:

$$X_{lin.} = 7 \text{ mm} \quad S_d = 340 \text{ cm}$$

We kunnen het minimum oppervlak van de poort als volgt berekenen:

$$\begin{aligned}S_{v,min} &= 0.008 * F_b * X_{lin.} * S_d \\&= 0.008 * 31.6 * 0.7 * 340 = 60 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

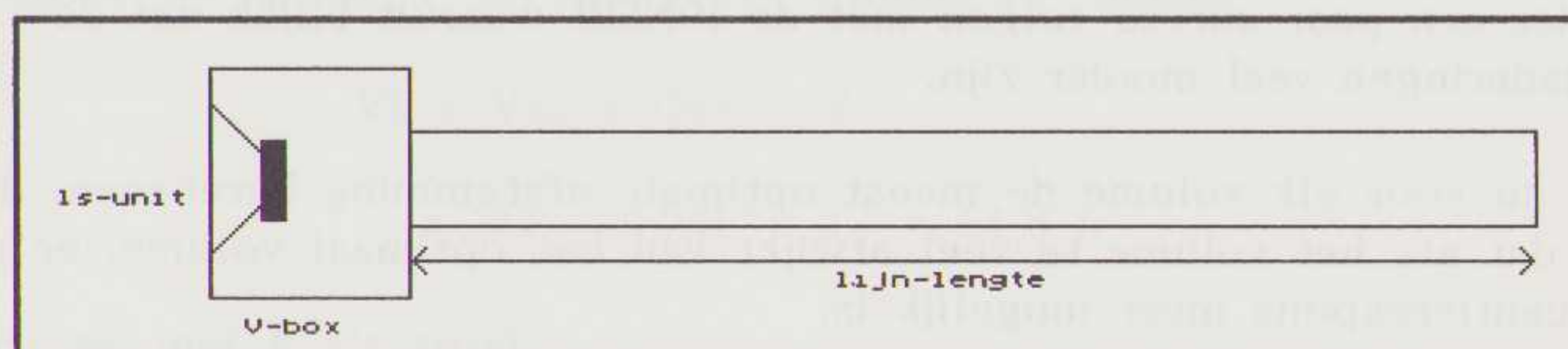
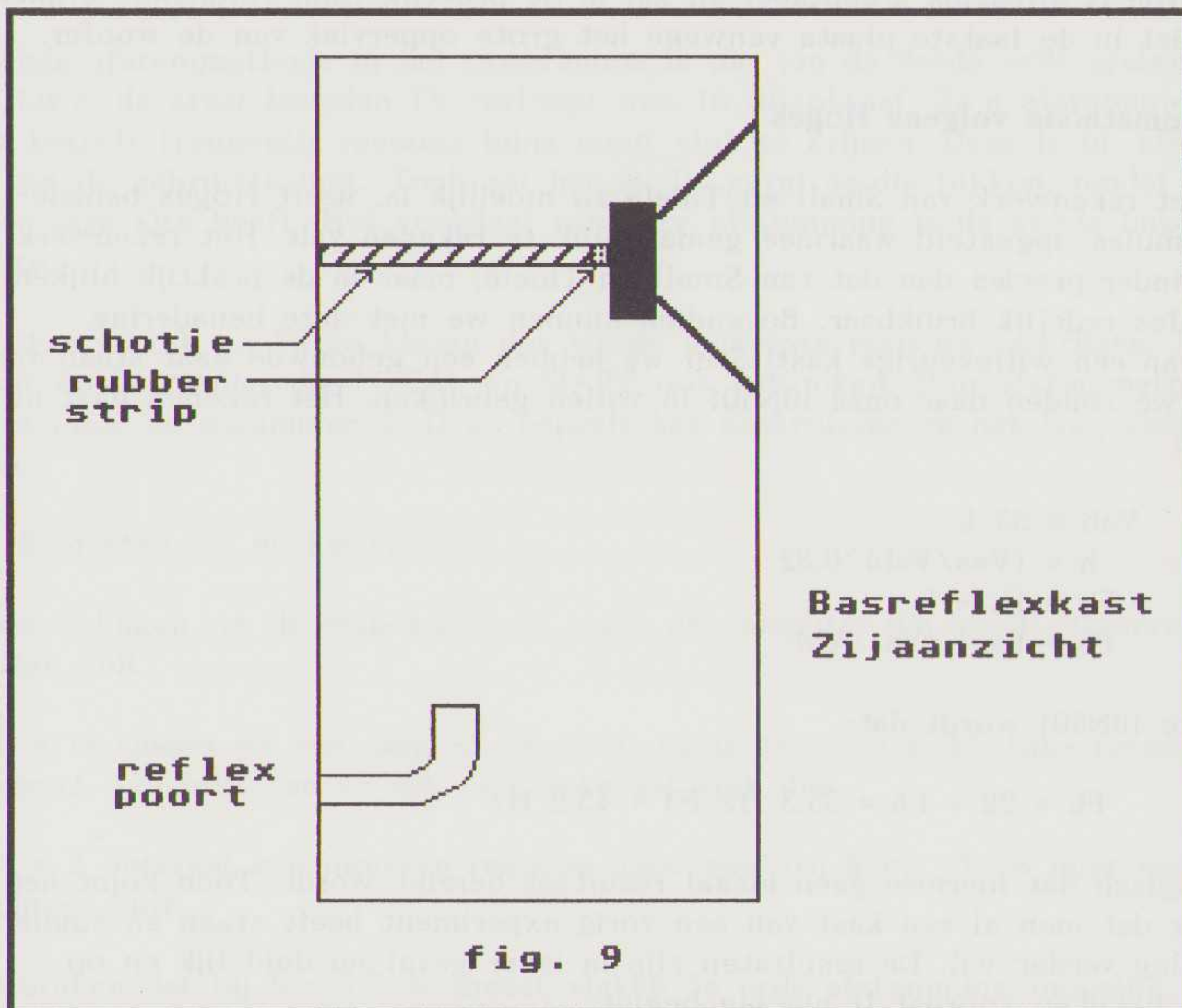
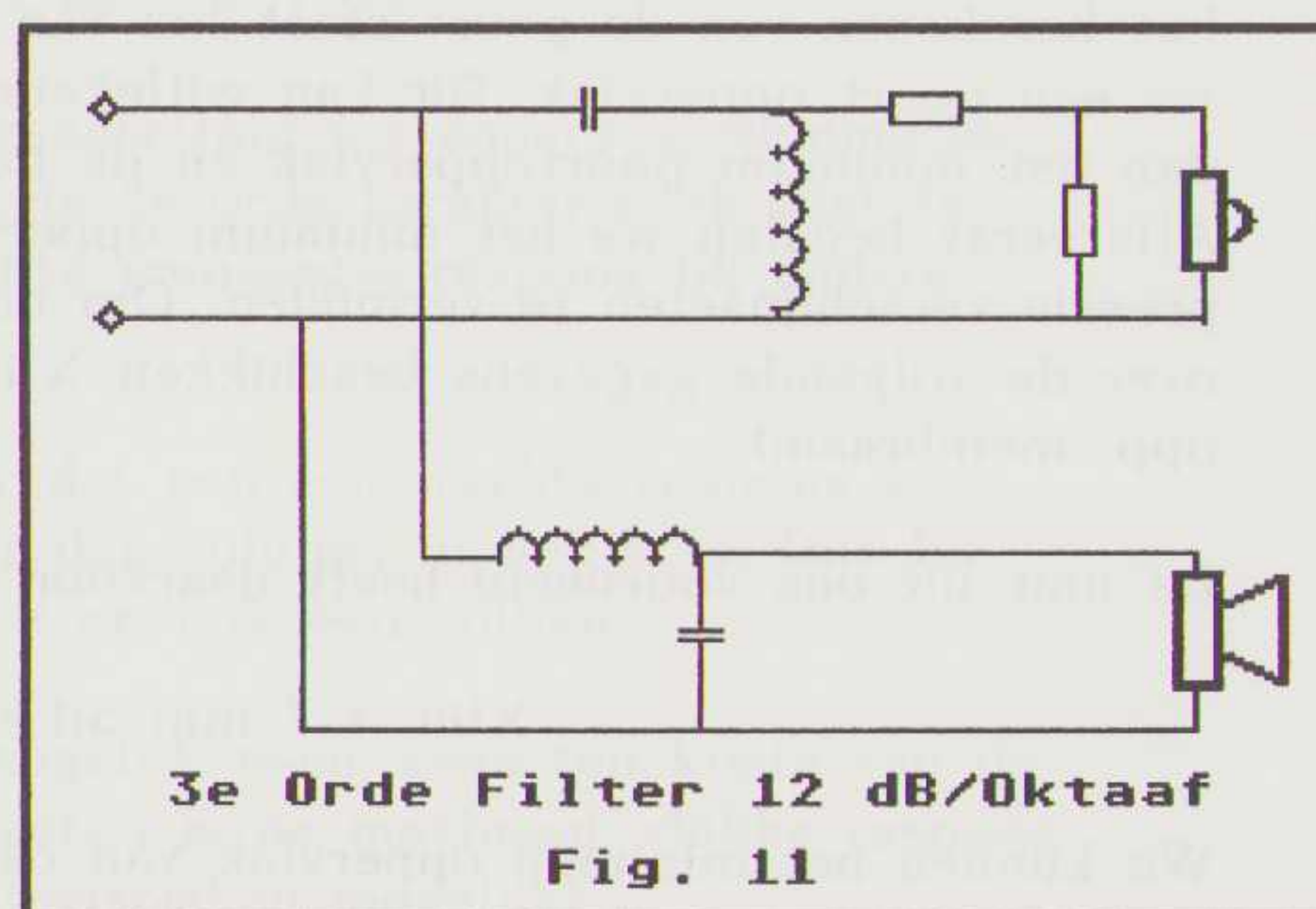
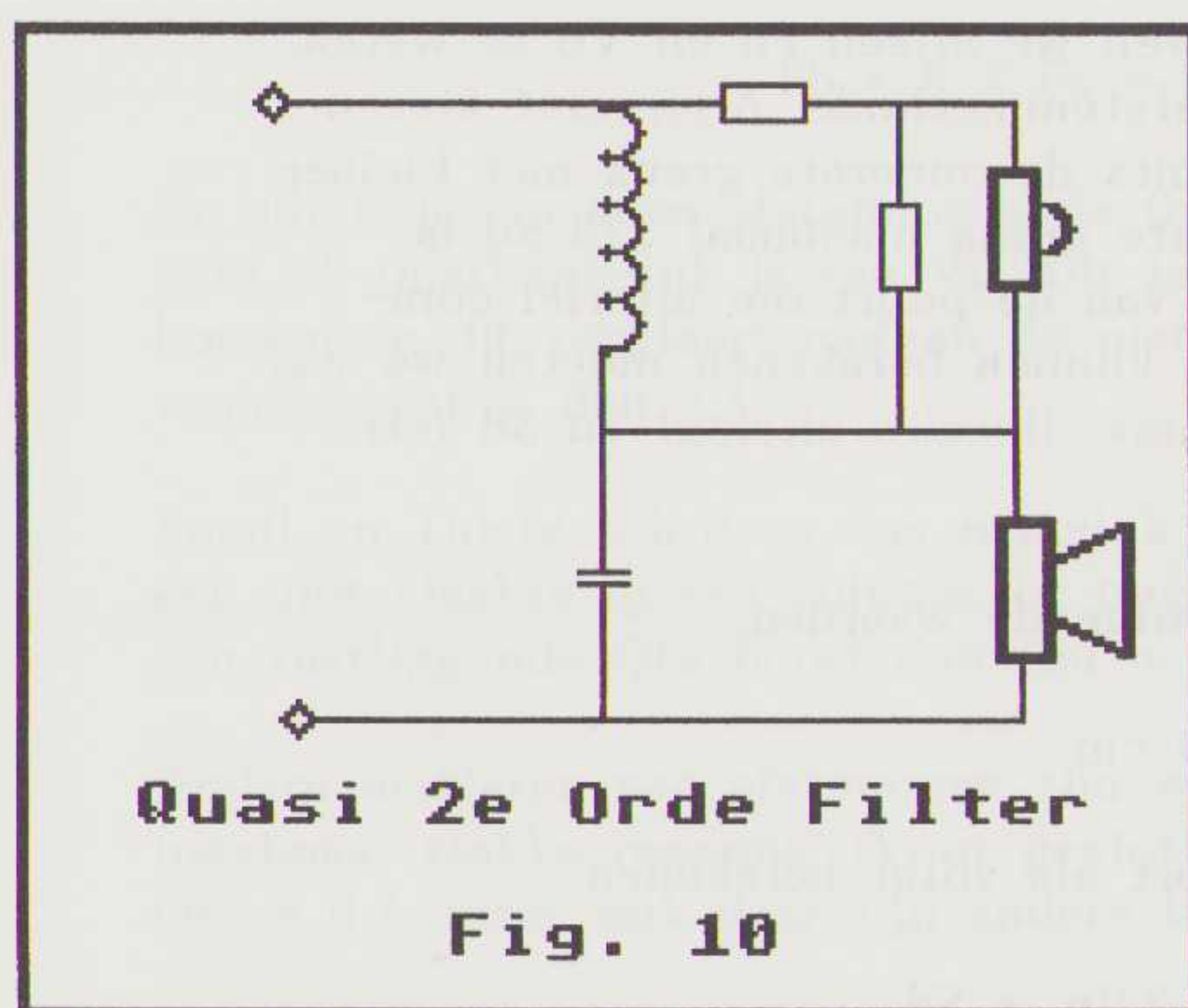


Fig. 8



Nu berekenen we de bij dit oppervlak behorende lengte voor een afstemming op F_b , u kunt ook een ander oppervlak kiezen zolang dit maar groter is dan de net berekende waarde en kleiner is dan $2/3 S_d$.

$$\begin{aligned} L_v &= (29830 * S_v)/(F_b * V_b) - (0.823 * S_v) && \Rightarrow \\ &= (29830 * 60)/(31.6 * 56.4) - (0.823 * 60) && \Rightarrow \\ &= 60 \text{ cm} \end{aligned}$$

De laatste term $(0.823 * S_v)$ is de eind-correctie voor een poort waarvan maar één opening aan een paneel vast zit. Die correctie is nodig omdat de lucht buiten de poort ook nog even als kolom blijft bewegen.

De vorm van de poort kunt u vrij kiezen: rond, vierkant of driehoekig, dat maakt niet uit. U kunt zelfs een krom buisje gebruiken, neem dan de gemiddelde lengte.

N.B. Deze wijze van berekenen is universeel voor alle manieren waarop een basreflex kan worden afgestemd.

DALINE KASTEN

De daline bestaat uit twee gedeeltes: een gesloten kast en een daaraan gekoppelde pijp. Een soort super-basreflexpoort dus. Voor lage frequenties is de werking vergelijkbaar met een transmissielijn, maar naarmate de frequentie hoger wordt gaat de werking meer op die van een gesloten kast lijken.

We berekenen eerst het gesloten gedeelte. Het frequentie verloop van de daline wordt bepaald door de waarde Q_{tc} die ook het frequentie verloop van gesloten kasten bepaald. We willen nu een laag -3 dB punt en een vlakke respons. Gelukkig gaat dat altijd samen.

We stellen Q_{tc} op 0.6. Het rekenen gaat nu als volgt:

$$\begin{aligned} V_b &= 213/((0.6 / 0.231) - 1) = 37 \\ V_{ab} &= V_b * 0.85 = 31.5 \text{ L} \end{aligned}$$

Nu berekenen we de F_c , en aan de hand daarvan stemmen we de lijn af.

$$F_c = 22 * 0.6 / 0.231 = 57 \text{ Hz}$$

We stemmen de pijp af op een kwart van de golflengte van F_c minus 10 à 15 Hz. Een Daline is dus in frequentie verschoven t.o.v. de resonantie van het systeem.

Voorbeeld :

$$\begin{aligned} F_l &= F_c - 15 = 42 \text{ Hz} \\ L &= 340/(4 * (F_c - 15)) - 0.15 \Rightarrow \\ &= 340/(4 * 42) - 0.15 = 1.87 \text{ m} \end{aligned}$$

Ook hier ziet u een eindcorrectie en in dit geval is die constant nl. 15cm. Voor het oppervlak van de pijp houden we tussen de 130 % en 70 % van S_d aan. Dit is dus niet kritisch.

KASTKONSTRUKTIE

Met behulp van de eerdere berekeningen is een kastvolume vastgesteld. Dit berekende volume geldt voor de inhoud, d.w.z. de inhoud zonder het hout of het materiaal en zonder de inhoud van de poort. Stel nu eerst de breedte van het frontpaneel vast. Dat is in de praktijk iets groter dan de buitenmaat van de unit. Vervolgens kunt U de diepte en de hoogte bepalen.

Voorbeeld :

De inhoud moet 45 liter worden, daarbij komt 5 liter voor de poort. De unit meet 22 cm doorsnee.

De breedte van het frontpaneel wordt nu 30 cm incl. de houtdikte. Indien we hiervoor MDF van 16 mm gebruiken dan is de binnenmaat: $300 - 32 = 268$ mm. U heeft dan voldoende ruimte voor de bevestiging.

De diepte dient af te wijken daar we anders zowel in de breedte als de diepte dezelfde staande golf krijgen (die elkaar versterken en een kleuring in het middengebied veroorzaken). We kiezen nu een diepte van 25 cm uitwendig. Inwendig wordt dat: $250 - 32 = 218$ mm.

De inwendige hoogte wordt nu de inhoud in dm^3 (ofwel liters) gedeeld door het oppervlak van breedte x diepte, dus: $50 : (2,68 \times 2,18) = 50 : 5,8424 = 8,558$ dm en praktisch 86 cm.

Om resonanties te onderdrukken heeft het zin om midden achter de unit een dwarsplank te monteren met daarop een rubberstrip die tegen de magneet drukt. De inhoud van zo'n plank dient weer opgeteld te worden bij de totale inhoud. Een plank van $268 \times 100 \times 16$ mm heeft een inhoud van 0,4288 liter.

Indien het een twee-weg systeem wordt dan zijn er weinig consequenties voor de inhoud. Met drie-weg systemen moet er meestal een kastje voor het midden ingebouwd worden van enkele liters. Houd ook daar rekening mee.

Een verbetering kan zijn dat U de kast van een of meer schuine panelen voorziet. Bij een drie-weg systeem ontstaat het voordeel van fase-lineariteit indien het frontpaneel iets achterover helt. Met een of meer schuine panelen worden staande golven, en dus resonanties, onderdrukt.

FILTERS

In meer-weg systemen dient een filter toegepast te worden. De eenvoudigste filter-methode is het zgn. "Quasi-tweede-orde" filter. Dit filter geeft, indien van goede kwaliteit units gebruik gemaakt wordt, een uitstekend stereo beeld. Het wordt in onze ontwerpen al jarenlang toegepast en er kan weinig fout gaan.

De formule is heel eenvoudig :

$$C = \frac{Q}{R \cdot 2\pi \cdot F}$$

$$L = \frac{R}{2\pi \cdot F \cdot Q}$$

Daarbij is Q bijv. 0.577 (Bessel goede impulsweergave) en R is de impedantie van de luidspreker unit op de overname frequentie. Het filter heeft een praktische helling van omstreeks 9 dB/oktaaf. De basunit dient in het oktaaf boven de filterfrequentie weinig te vervormen en de hoogunit moet een resonantie hebben die ten minste een oktaaf lager ligt dan de filterfrequentie. Indien dat niet zo is kunt U beter een 12 of 18 dB/oktaaf filter toepassen. In het laatste geval wordt de belastbaarheid (van de tweeter) beter, echter het gaat ten koste van het stereo beeld.

De berekening van het filter in figuur 11 kan met dezelfde formules als bij figuur 10. Je hebt dan ook nog de mogelijkheid de beide units op een iets verschillende frequentie te laten beginnen. Als het verschil te groot wordt krijg je wel een "gat" in de akoestische karakteristiek.

Het is meestal noodzakelijk de impedanties aan elkaar aan te passen met een weerstandsnetwerk voor de tweeter. Op deze wijze kan bovendien het rendement van de units gelijk gemaakt worden.

Andere filters vindt U in het programma en er is ook een verdere handleiding aan het programma toegevoegd die U uit dient te printen. In de tabel vindt U de benodigde gegevens van bekende luidspreker units.

Referenties :

1. Closed-Box Loudspeaker Systems, Richard H. Small, J.A.E.S., December 1972, Februari 1973.
2. Vented-Box Loudspeaker Systems, Richard H. Small, J.A.E.S., juni 1973, juli 1973, september 1973, oktober 1973.
3. A Novel Approach to Linear Phase Loudspeakers using passive Cross-Over Networks, Erik Baekgaard, J.A.E.S., mei 1977.
4. Synthesis of High-Pass Filtered Loudspeaker Systems, J.E. Benson, J.A.E.S., juli-september-oktober-december 1979.

MUZIEK VOOR DUIZEND PIEK

door Eelco Grimm

Eelco is sinds 1987 betrokken bij enkele ontwikkelingen op Audio gebied. In het dagelijks leven studeert hij Sonologie aan het Conservatorium in Den Haag. Hij houdt zich daar vooral bezig met opname- en microfoontechnieken. In vrije tijd figureert hij als toetsenist in een band en hij verleent zijn medewerking aan Audio & Techniek.

Een manie voor muziek heeft mij altijd parten gespeeld. Desondanks is het nog maar twee jaar geleden dat mijn interesse voor het facet "KLANK" zich goed begon te ontwikkelen.

Ik hobby-de al een aardig tijdje met elektronica en was op dat moment vooral bezig artikelen over muziek- en audio-elektronica te verzamelen. Hierbij kwam ik (onvermijdelijk) in aanraking met een aantal nummers van "Audio & Techniek". Dit laatste boeide me zo sterk, door de afwijkende denkbeelden die daarn worden geëxponeerd, dat ik meteen van een vriend alle technische artikelen heb gekopieerd (+/- 600 pagina's).

Tijdens het lezen besloot ik al snel om mijn, deels zelfgebouwde, Low-Fi installatie te vervangen. Het stond van voorafaan vast dat het iets bijzonders moest worden. Een bezoek aan de bekende firma Multifoon in Delft leerde me dat Hi Fi, laat staan High End, een vrij forse investering vergde om op een enigszins aanvaardbaar niveau te komen. Het aantal nullen op de prijskaartjes viel tegen, ook al gezien mijn krappe basis- (studie-) beurs. Er zat niets anders op dan het beproefde "sit-and-wait" principe. Dat heb ik een jaar lang volgehouden, achteraf gezien geen slechte zaak.

Ik had ooit voor fl. 10,- (op de markt) uit curiositeit een oude Philips AG-9016 versterker gekocht. Deze versterker werd een uitgangspunt voor mijn soldeer- en tweek-activiteiten. Een blik op het innerlijk was aanleiding tot de volgende frustratie. Het zag er, in vergelijking met de huidige Japanse hi-fi-apparatuur, niet uit! Een wirwar van draden, gespleten condensatoren en bruingebrande weerstanden is niet echt hoopgevend. Saillante details zijn dan nog twee minimaal kleine uitgangstransformatortjes en twee buisjes (ECC83 en EL95) per kanaal. Een enkele uitgangsbuis, dus geen balansschakeling en, voor huidige begrippen, kennelijk klein vermogen. Je hebt de neiging om alles weer snel dicht te schroeven en het prui inderdaad als curiosa en blikvanger op de plank te zetten. Ik kon het niet laten toch maar de soldeerbout er op los te laten, voor dat tientje was er wellicht toch wat leuks van te maken.

Geïnspireerd door een schema in een nieuwsbrief van "Soundkit" werd de schakeling volledig veranderd. De eerste stap was gezet, de ingangsschakeling was een cascode met cascode-fasedraaier geworden.

De tweede stap liet niet lang op zich wachten. Bij "Goris Elektronika" in Delft zag ik kort daarop bij toeval een aantal platenspelers, versterkers en speakers uit het begin van de jaren '70 staan, afkomstig van een "bruingoed" handelaar die zijn magazijnen opgeruimd had. Er waren lukraak wat prijsjes opgeplakt (het spul stond er nog maar net) en tot mijn stomme verbazing zag ik een Thorens TD-124 draaitafel met SME-arm staan voor (schrik niet) vijftig gulden! Meegenomen natuurlijk.

Weer een maand later had ik het geld om een voorversterker te gaan bouwen. Ik wist dat het voorversterkerdeel van de SA-10 los te koop was bij Soundkit. Dus naar Rotterdam getogen en de print met componenten voor omstreeks fl. 90,- meegenomen. Een week later ging ik nog eens langs voor een paar (goede MKP-) condensatoren en knoopte een praatje aan met John van der Sluis. Die nodigde me uit om (in de vakantie) enkele weken bij hem te komen werken voor een stage-vergoeding.

Samen hebben we toen de Philips tientje-versterker nog eens bekeken. Op zijn aanwijzingen heb ik het ding opnieuw gemodificeerd. Er gingen nog wat polyp[ropyleen] condensatoren in en de instelling van de eindbuisjes werd iets veranderd. Overbodige bedrading naar toonregelingen etc. was er inmiddels ook al uit.

Mijn installatie begon nu vorm te krijgen. Bij Multifoon werd een Denon DL-110 element gekocht. De voorversterker werd in klasse-A gezet (zie A&T 88/1). Alle bedrading werd massief installatiedraad. Op de sloop kocht ik voor fl. 10,- een plaat marmor voor onder mijn Thorens. Tenslotte vond ik ergens een "composiet" mat, die ik voor niets mee mocht nemen.

Mijn geluk kon niet op. Thuis achter een goed glas wijn gingen de gloeidraden aan en de plaat op en ik zat redelijk gelukkig in mijn tweede-hands crapeau. Na een tijdje viel toch op dat het hoog wat schril was en een gedefinieerde bas was er eenvoudig niet. De reden was mijn laatste schakel in de keten. Uit mijn Lo-Fi-tijd had ik nog een paar Japanse luidsprekertjes over, die waarschijnlijk een nieuwwaarde hadden gehad van omstreeks fl. 80,- per stuk. John van der Sluis noemt dat "spreuwenkistjes" en ik moet zeggen dat ze daar, na demontage van de basluidspreker, uitstekend voor gebruikt kunnen worden. Je zult als vogel zo'n nestkastje hebben waar de watten al in zitten!

Bij het teloor gaan van de firma Soundkit kon ik nog een paar L-30 luidsprekers (bouwsets) op de kop tikken voor fl. 350,-. Eindelijk was een wensdroom in vervulling gegaan. Deze luidsprekers zijn aangesloten met Eagle luidsprekersnoer.

Het geheel, samen met een tweede-hands tuner voor fl. 15,- en een cassette-deck voor fl. 60,- (gemodificeerd), heeft mij en veel van mijn kennissen op het puntje van mijn stoel doen belanden. Alles klinkt fantastisch ruimtelijk en dynamisch. En dat ondanks de, gemeten, maximale 2 Watt uitgangsvermogen! Vooral oudere platen uit de vijftiger jaren zetten een wereld van geluid voor je open. De basweergave blijft wat achter, wat vooral met popplaten en orgelstukken met continu bastonen merkbaar is. Maar ik hoor een openheid en een natuurgetrouwheid die ik nu voor geen goud meer zou willen missen.

VERVORMINGS METER

door Eddy Burger

INLEIDING

Deze gecombineerde generator met meetbrug is vervaardigd als praktikum projekt in het derde leerjaar van de Chr. MTS. te Rotterdam Schiebroek.

Het ontwikkelde meetapparaat bestaat uit twee gedeelten, t.w. een sinus generator en een meetbrug.

De reden voor de ontwikkeling en vervaardiging van deze schakeling was dat met de ter beschikking staande meetapparatuur een goede vervormingsmeting (van de A-15) niet mogelijk was.

De schakeling is gebaseerd op een eerder ontwerp van Peter van Willenswaard.

DE SINUS GENERATOR

Bij het meten aan een audio versterker is het een vereiste dat de generator weinig vervorming introduceert. Indien dat niet zo is dan is het niet goed mogelijk het (vervormings-) gedrag van de versterker te bepalen.

De generator bestaat uit een operationele versterker (op amp) met daaromheen een Wien-brug. We noemen dit ook wel een Wien-brug-oscillator. In figuur 1 zien we het principe van de schakeling.

Met behulp van deze schakeling kunnen we een variabele frequentie opwekken. We maken gebruik van het Wien-netwerk (R1, R2, C1 en C2) als frequentie bepalend element. De werk-frequentie kan worden ingesteld door R1 en R2 tegelijkertijd van waarde te laten veranderen.

Het Wien-netwerk is opgenomen tussen de uitgang van de op amp en de niet inverterende ingang. De instelling van de amplitude begrenzing gebeurt door middel van een spanningsdeler, welke een deel van de uitgangsspanning terugvoert naar de ingang van

de op amp. (Zie fig. 2)

De spanningsdeler wordt gevormd door R3 en het lampje L. Amplitude stabilisatie door middel van een lampje is een 'mooie' methode. Er zijn ook andere methoden waarbij gestabiliseerd wordt door een diode, zenerdiode of een fet-transistor. Dergelijke schakelingen introduceren echter een vervorming van 1 à 2%. Deze laatste schakelingen hebben wel het voordeel dat de uitgangsamplitude onder alle omstandigheden constant blijft.

De vervorming van dioden en fet's wordt veroorzaakt door niet-lineariteiten waardoor oneven harmonischen ontstaan. Het lampje zal afhankelijk van de uitgangsspanning zichzelf (iets) verwarmen. Naarmate de spanning hoger is stijgt de Ri van het lampje waardoor de tegenkoppelfactor groter wordt. Het gedrag van het lampje is wèl lineair en de vervorming wordt in hoofdzaak bepaald door afwijkingen in het IC en de passieve componenten.

DE WERKING VAN DE GENERATOR

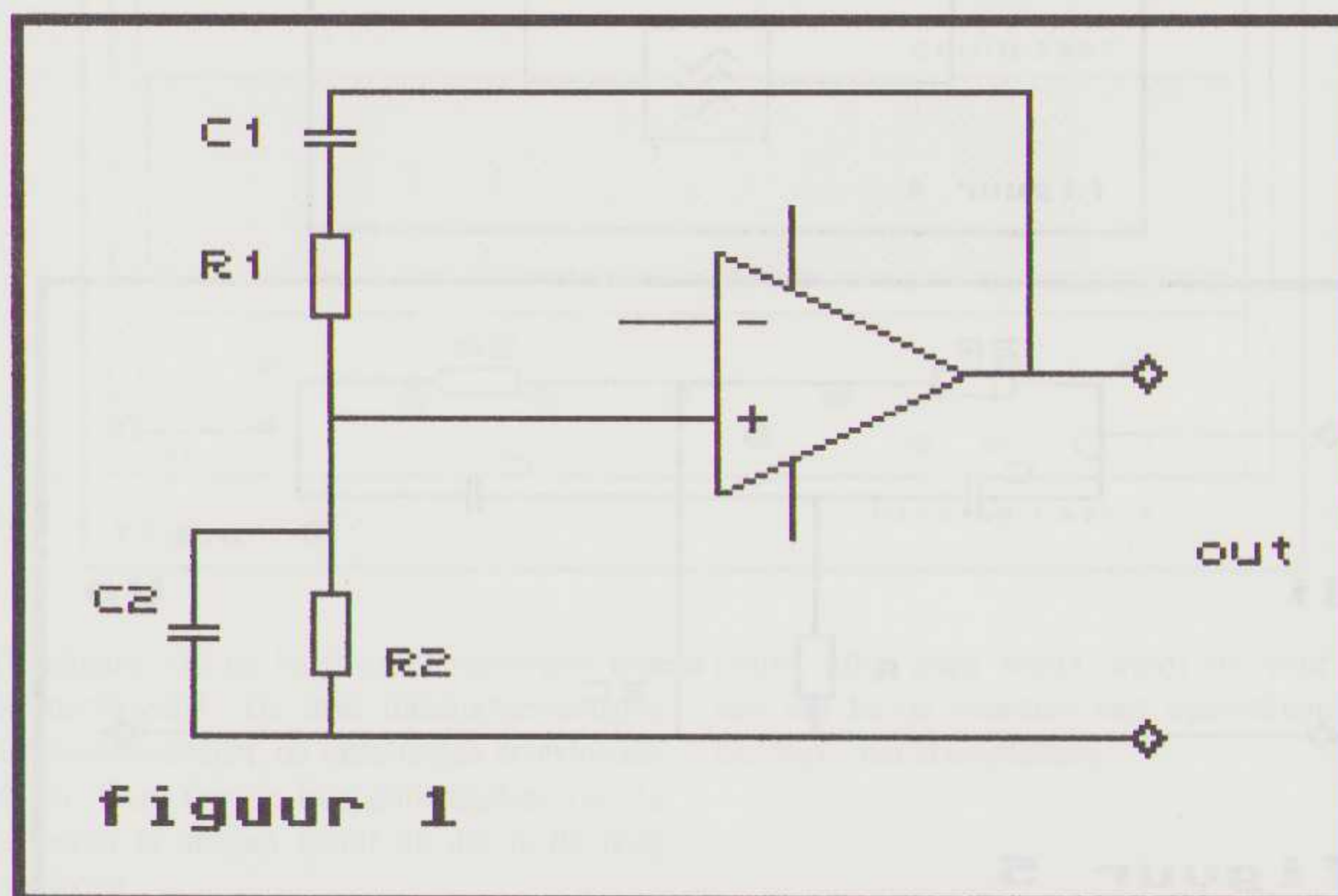
Het Wien-netwerk werkt als frequentie afhankelijke verzwakker en op de oscillatie-frequentie is die verzwakking drie maal.

Een belangrijke eis voor een vervormingsvrije generator is dat de amplitude regeling van het circuit iets minder verzwakking geeft dan het Wien-netwerk. De totale versterkingsfactor van het gehele circuit is nu een fractie groter dan één.

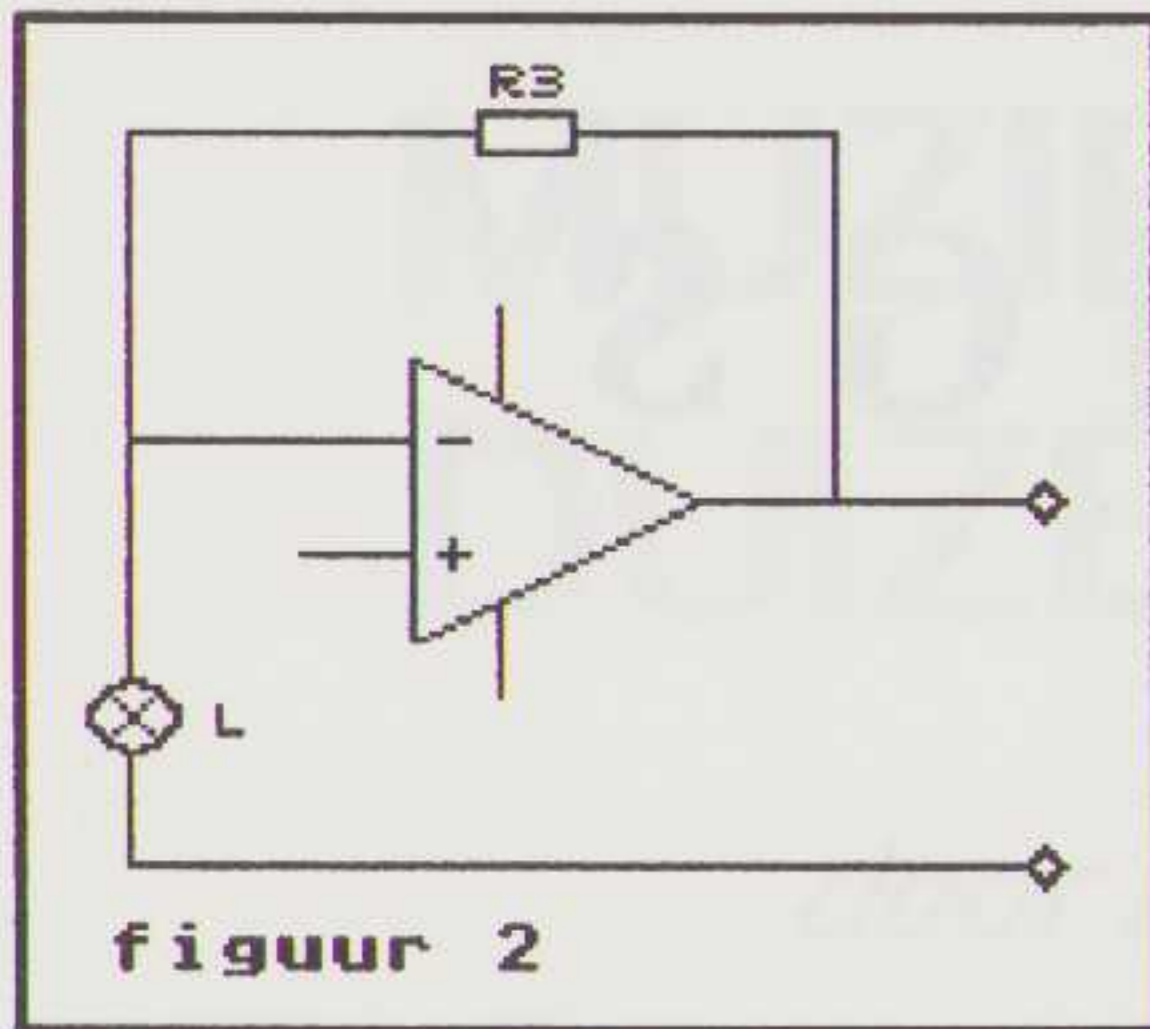
Het volledige schema wordt gegeven in figuur 3.

De electrolytische condensator dient om offset spanning op de uitgang te voorkomen. De uitgangsspanning is regelbaar en de uitgangsimpedantie is 810 Ohm.

De condensator van 15 pF dient om genereren (op hoge frequenties) te voorkomen.



figuur 1



De aan/uit indicatie is een LED.

De condensatoren en daarmee de frequentie zijn met behulp van een schakelaar om te schakelen.

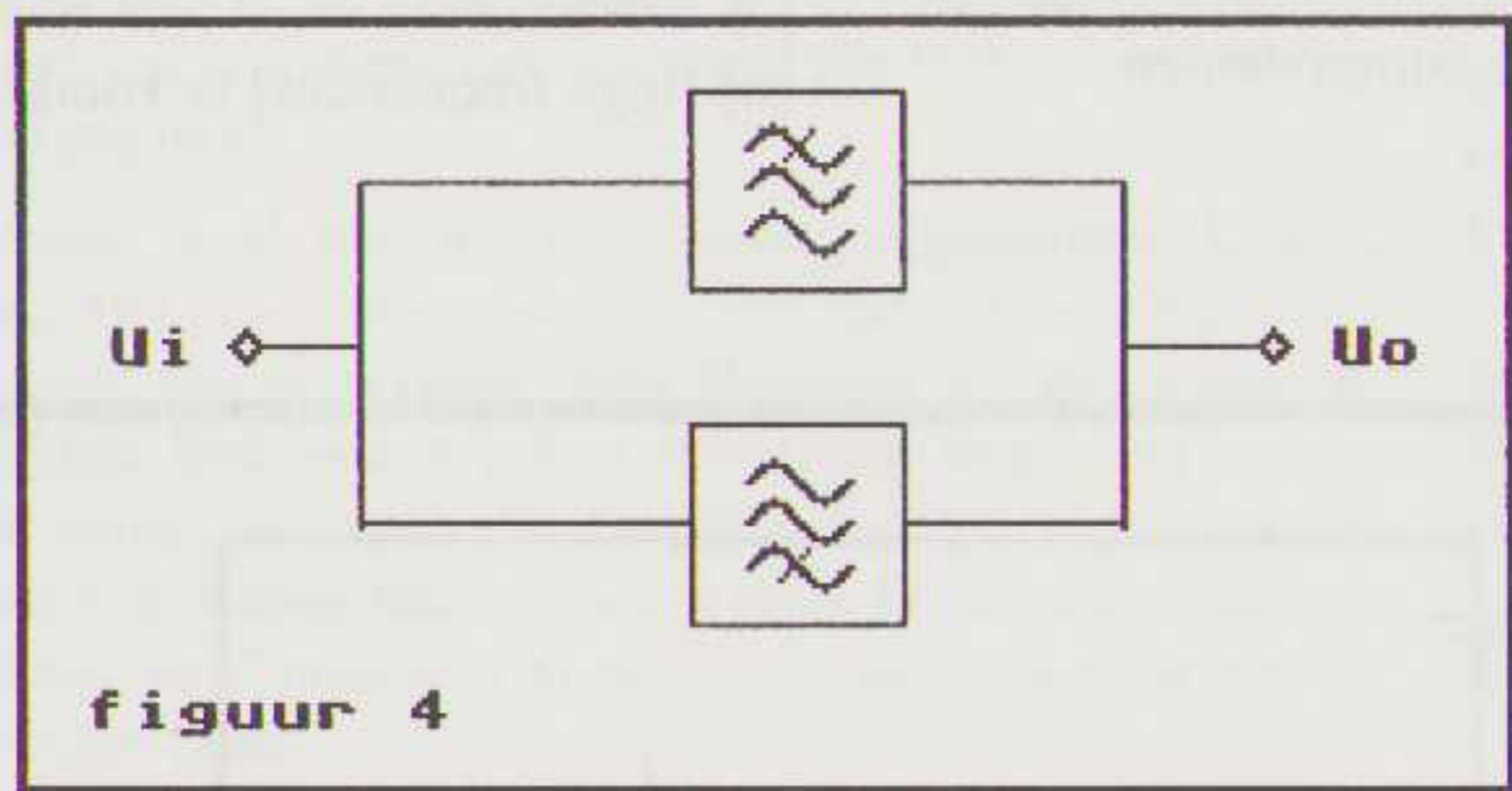
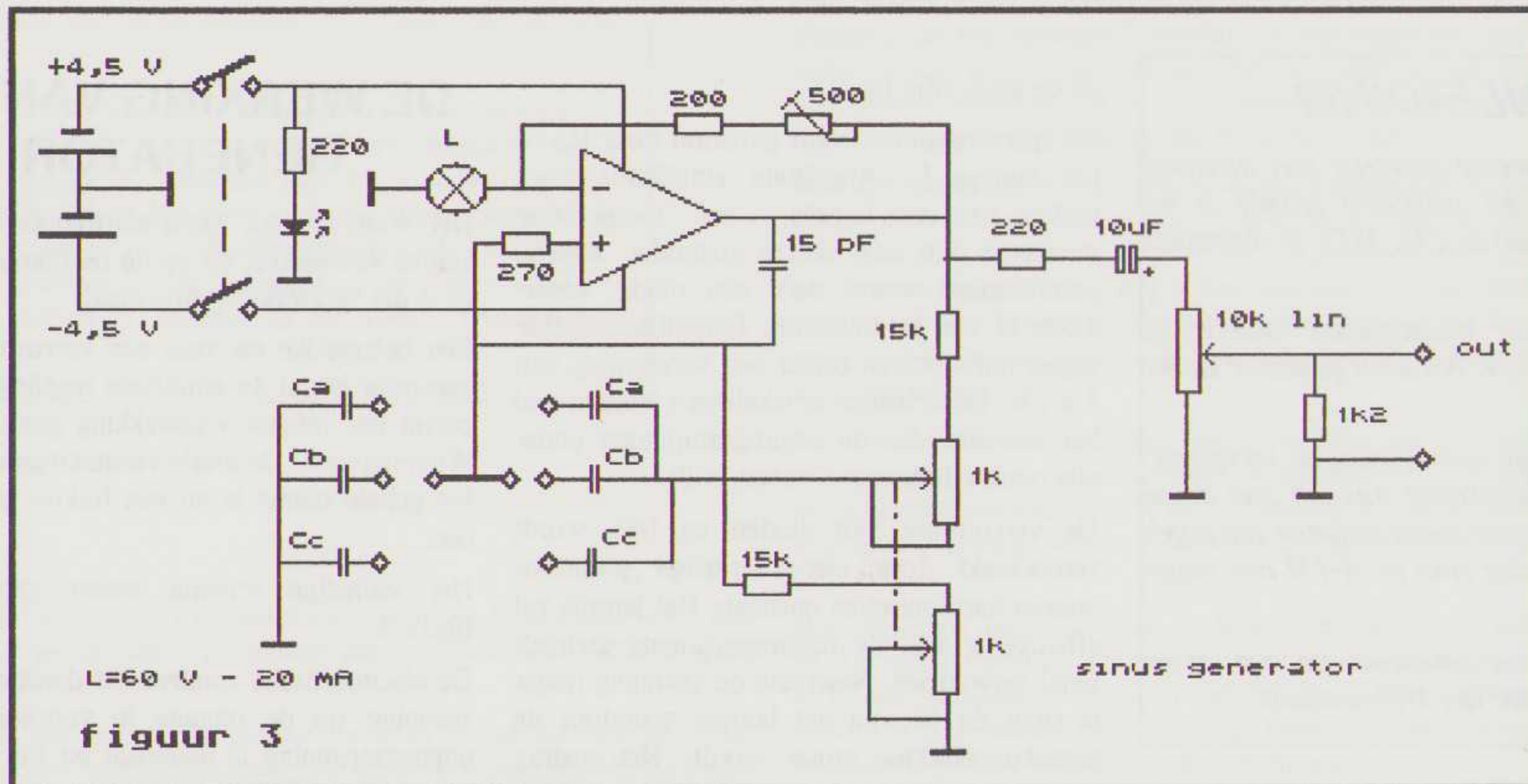
Het IC moet stabiel zijn, een lage ingangsruijs en liefst een hoge slew rate hebben.

De schakeling wordt gevoed uit batterijen. Een netvoeding kan storing uit het lichtnet doorgeven, zodanig dat het meten onder 0,1% onmogelijk wordt.

De weerstanden zijn metaalfilm met een temperatuur coëfficiënt van 50 ppm.

De instelpotentiometer is van het CERMET-type en ook stabiel.

De condensatoren zijn styroflex en dienen liefst met een meetbrug gepaard te worden.



DE PASSIEVE MEETBRUG

In de meetbrug worden geen actieve elementen toegepast doch uitsluitend weerstanden en condensatoren. De schakeling wordt bandsperschakeling genoemd. Hierbij wordt een laag-doorlaat filter parallel geschakeld aan een hoog-doorlaat filter.

Het principe zien we in figuur 4.

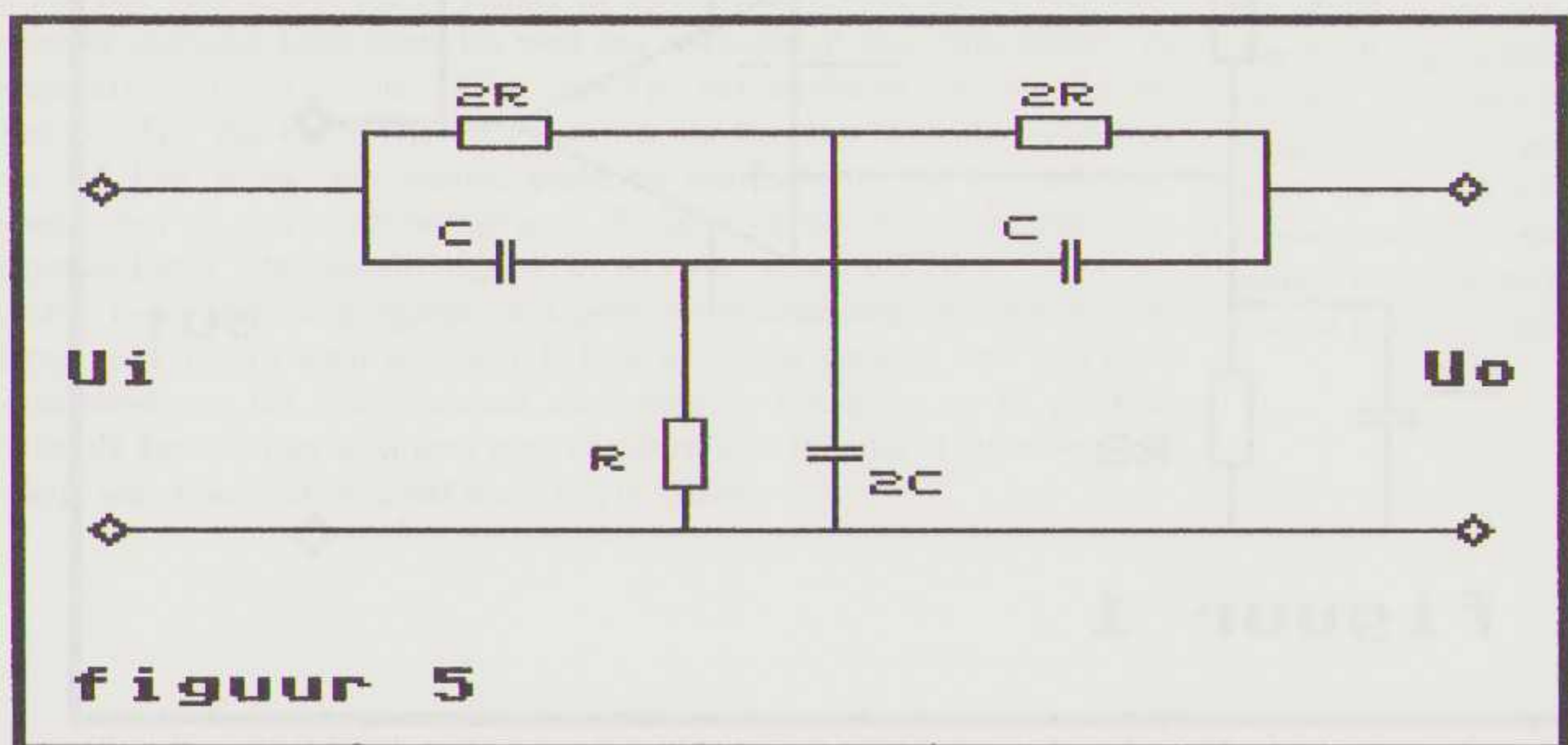
Het feitelijke filter is weergegeven in figuur 5. Dit is een zogenaamd dubbel-T filter.

De waarden van de weerstanden en condensatoren berekenen we als volgt :

$$F_o = 4 \cdot \pi \cdot R \cdot C$$

Bij f_o is de uitgangsspanning $U_o = 0$ Volt.

In de praktijk hebben we te maken met afwijkingen van de componenten, waardoor de maximale onderdrukking van F_o omstreeks 120 dB is.



In figuur 6 is het complete schema van de brug gegeven. Met behulp van de instelpotentiometers kan de brug exact op dezelfde frequentie en de (vershoven) fase afgeregeld worden.

De generator en de meetbrug worden samen gebruikt en aangesloten zoals in figuur 7 is aangegeven.

De meetopstelling van figuur 7 voldoet alleen goed voor eindversterkers. Omdat de spanning uit de meetbrug maar klein is. Het is ook noodzakelijk over een oscillograaf te beschikken met een gevoelige ingang.

DE BEHUIZING

De kast wordt vervaardigd uit twee platen: een bodem en een kap. De platen worden eerst afgetekend als in figuur 8.

De plaat wordt afgetekend en op de te zetten hoeken wordt de plaat ingeknipt. Na het knippen worden eerst alle gaten er in geboord. Daarna wordt het plaatwerk gezet. Tenslotte worden de kast en de kap gespoten.

PRINT LAY OUT

Het printontwerp is dubbelzijdig gemaakt, waarbij de onderzijde uitsluitend als afscherming gebruikt wordt.

MONTAGE

Hierna volgt de montage van de onderdelen. De kast wordt verbonden met de aarde van de generator (0). Om meetproblemen te vermijden is het gewenst alle verbindingen van de meetbrug van de kast te isoleren. De eventuele BNC chassisdelen voor de verbindingen met de oscillograaf kunnen op een kunststofplaat gemonteerd worden, die dan weer in de frontplaat bevestigd wordt. De gaten in de metalen frontplaat en de kunststof plaat corresponderen met elkaar, waarbij de gaten in de metalen frontplaat 1 a 2 mm groter gekozen worden.

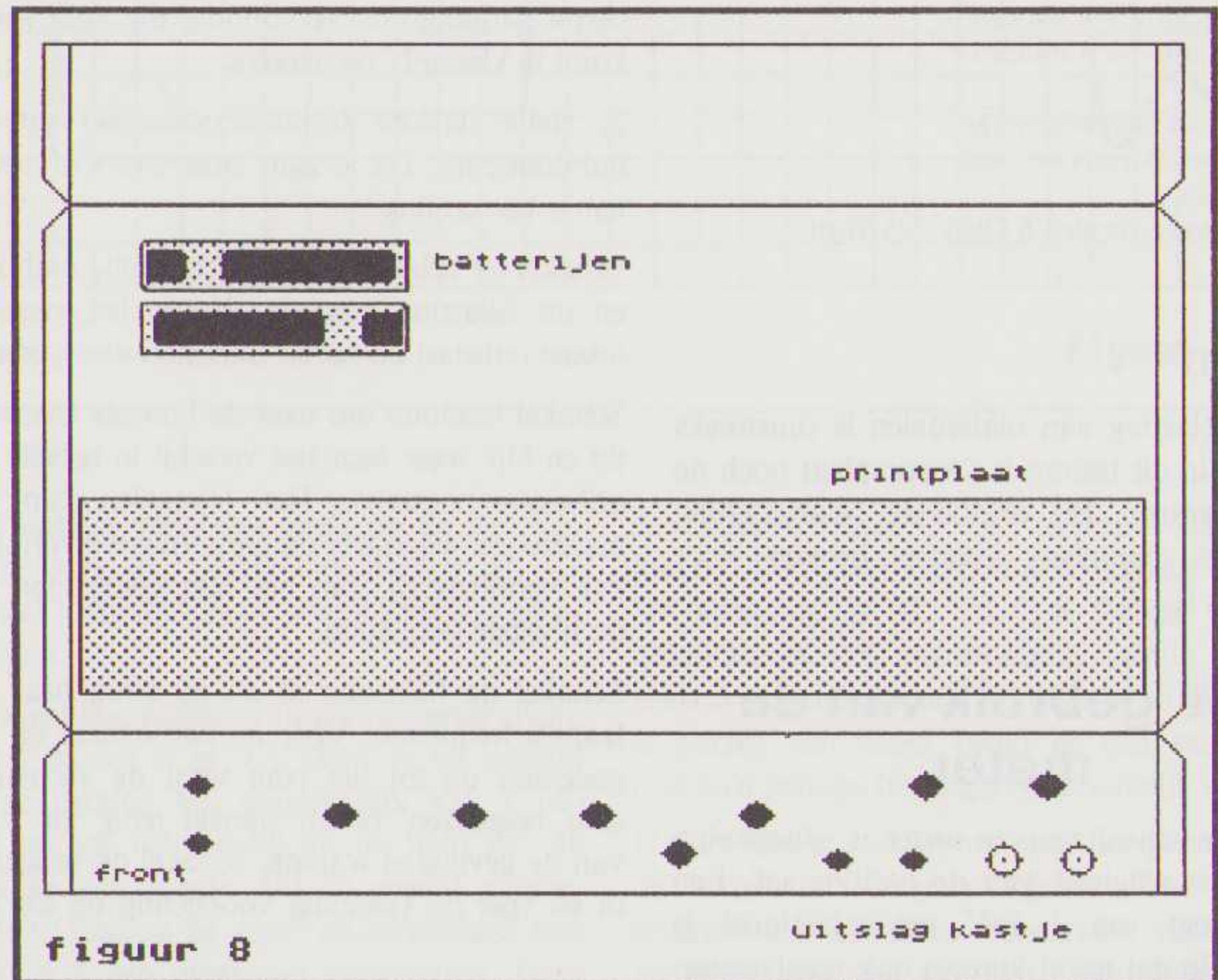
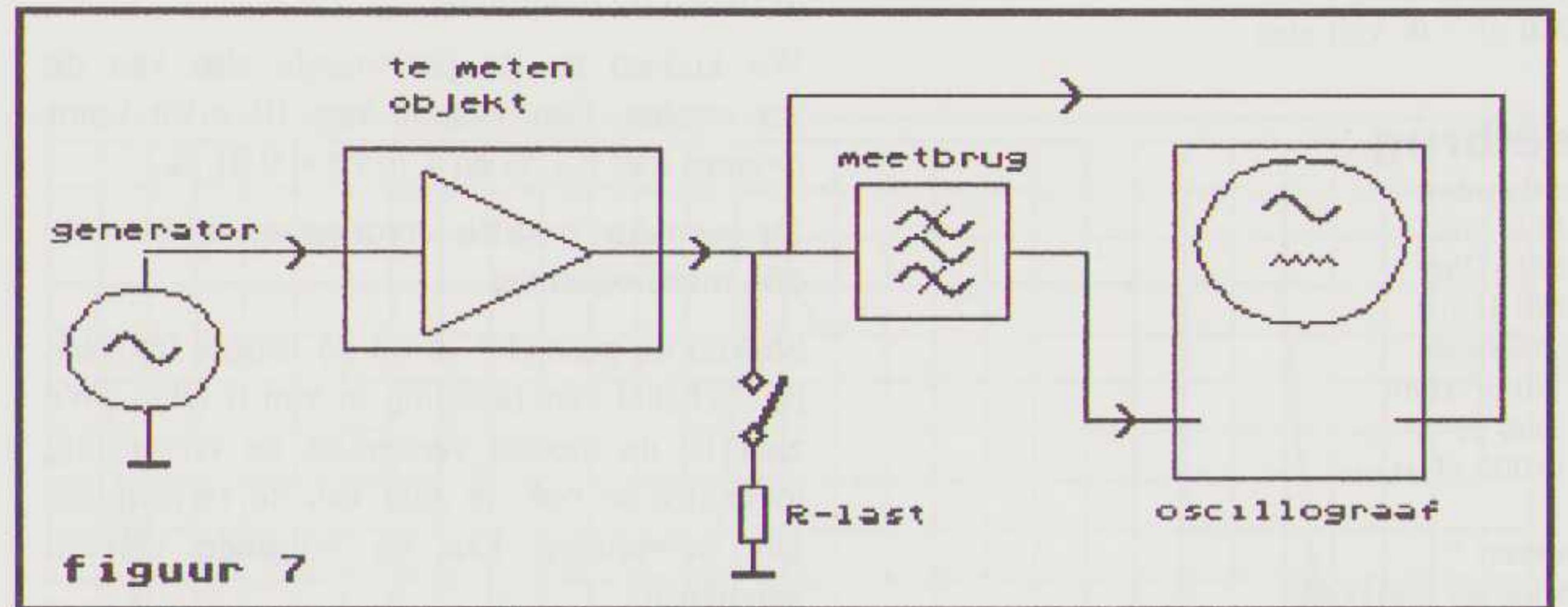
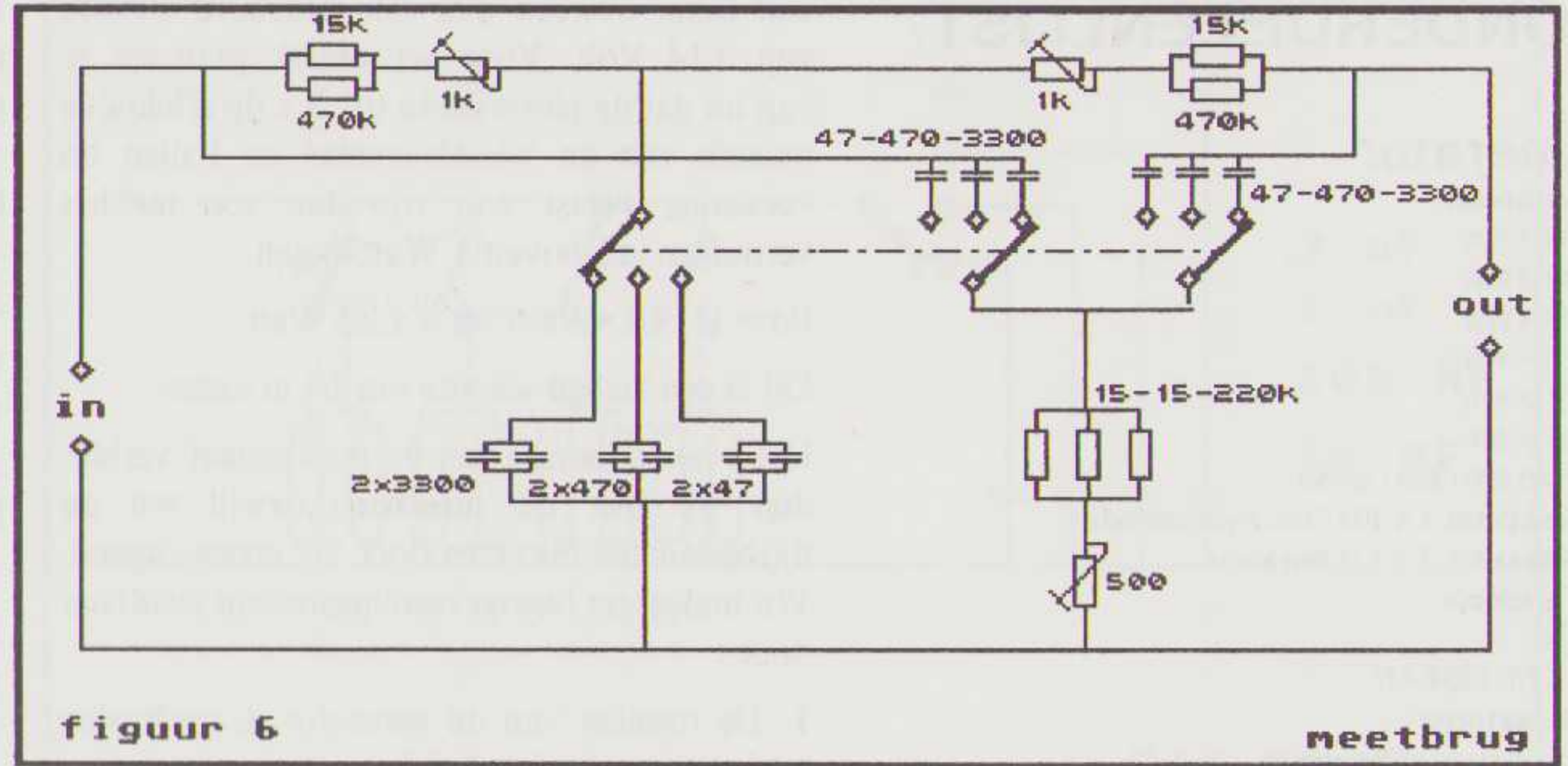
Vervolgens wordt de printplaat in de kast geplaatst en de schakelaars worden op klassieke wijze bedraad.

De batterijen kunnen geklemd of verlijmd worden. Bij normaal gebruik worden de batterijen zelden vervangen.

Alles wordt goed gecontroleerd en vervolgens wordt de schakeling in bedrijf gesteld.

Met een oscillograaf wordt de uitgangsspanning bekeken en met de instelpotentiometer wordt de amplitude zodanig ingesteld dat de sinus op alle drie de bereiken net niet begrenst (clipt).

Nu kan ook de brug afgeregeld worden. Verbind daartoe de uitgang van de generator met de ingang van de brug.



De uitgang van de brug wordt verbonden met de oscillograaf. De drie instelpotentiometers zijn interdependent, de instellingen beïnvloeden elkaar. Door aan de frequentieregelaar van de generator te draaien wordt de dip in de brug gevonden.

Indien alles goed werkt wordt de voorzijde van het kastje voorzien van opschriften. Dit kan bijv. met afwrijfletters.

ONDERDELENLIJST

Generator

weerstanden :

- 1 x 100 Ohm
- 1 x 200 Ohm
- 1 x 220 Ohm
- 1 x 270 Ohm
- 1 x 12 kOhm
- 2 x 15 kOhm
- 1 x instel 500 Ohm Cermet
- 1 x draaipotm. 1 x 10 kOhm logaritmisch
- 1 x draaipotm. 2 x 1 kOhm lineair

Halfgeleiders :

- 1 x LED
- 1 x IX NE 5534 AN

condensatoren :

- 1 x 15 pF styro of keramisch
- 2 x 470 pF styro (Ca)
- 2 x 3300 pF styro (Cb)
- 2 x 10.000 pF styro (Cc)
- 1 x 220 uF - 16 Volt elco

Meetbrug :

weerstanden :

- 4 x 15 kOhm
 - 1 x 220 kOhm
 - 2 x 470 kOhm
- Condensatoren :
- 4 x 170 pF styro
 - 4 x 3300 pF styro
 - 4 x 10.000 pF styro

Diversen :

- dubbelpolige schakelaar
- lampje 60 V - 20 mA
- Ic-voet 8 pins
- draaischakelaar 2 x 3 standen
- draaischakelaar 4 x 3 standen
- LED-houder
- 3 BNC-bussen chassismontage
- 1 rode apparaatklem 4 mm gat
- 1 zwarte idem
- 2 belastingsweerstand 8 Ohm - 25 Watt
- 4 knoppen

Kosten

Het totaalbedrag aan onderdelen is omstreeks fl. 100,-. In dit bedrag is de printplaat noch de kast inbegrepen. Bij voldoende belangstelling zullen we printplaat kunnen leveren voor omstreeks fl. 30,-.

Het gebruik van de meter

De bruikbaarheid van de meter is afhankelijk van de gevoeligheid van de oscillograaf. Een gevoeligheid van 1 mV per schaaldeel is gewenst. In dat geval kunnen ook regelversterkers gemeten worden.

We sluiten de meter aan zoals geschetst is in figuur 7. In eerste instantie wordt de belasting niet verbonden, we meten dus een onbelaste versterker. Verbind nu de oscillograaf met de uitgang van de versterker en regel het volume van het signaal zodanig af dat op de oscillograaf een beeld ontstaat van 10 Volt top-top.

Dat komt overeen met een effectieve waarde van 3,14 Volt. Voor het gemak gaan we er van uit dat de piekwaarde (tt) 3 x de effectieve waarde van de wisselspanning is. Indien de versterker belast zou zijn dan zou nu het vermogen iets boven 1 Watt liggen :

$$P_o = U : R_l = 9,86 : 8 = 1,23 \text{ Watt}$$

Dit is een veilige waarde om bij te meten.

Het tweede kanaal van de oscillograaf verbinden we met de meetbrug terwijl we de tijdbasis laten triggeren door het eerste signaal. We maken nu het vervormingsrestant zichtbaar door :

1. De regelaar van de generator te verdraaien tot het signaal minimaal is.
2. De instelpotmeters van de meetbrug ook in te stellen op minimum.

We kunnen nu de piekwaarde zien van de vervorming. Een waarde van 10 mVtt komt overeen met 0,1 % en 1 mVtt = 0,01 %.

De gevonden waarde wordt genoteerd voor de drie meetfrequenties.

Stel nu de generator in op de laagste frequentie. Schakel een belasting in van 8 Ohm. We zien bij de meeste versterkers de vervorming toenemen en ook de aard van de vervorming. Die vervorming kan de volgende vormen aannemen :

1. in plaats van 2 sinussen, 3 sinussen. Dat is derde harmonische vervorming die veel voorkomt in klasse-B versterkers.
2. steile flanken (schuine streepjes) op de nul-doorgang. Dit is zgn. cross-over- of overname-vervorming.

Schakel de belasting uit, de frequentie omhoog en de belasting weer in. Nu is het verschil tussen onbelast en belast (meestal) iets groter.

Schakel tenslotte om naar de hoogste frequentie en kijk weer naar het verschil in belaste en onbelaste toestand. Het bijregelen van de ruststroom, waardoor de cross-over-vervorming kan verminderen, kan het best geschieden bij de hoogste frequentie.

Schakel de belasting af en ga terug naar de laagste frequentie. Voer nu het signaal uit de generator op tot het punt waar de versterker gaat begrenzen. Neem signaal terug tot 50% van de gevonden waarde. Schakel de belasting in en voer de spanning voorzichtig op tot het

begrenzingspunt. Schakel de belasting nu uit en noteer het onbelaste vervormingscijfer en de gevonden spanning. Schakel de belasting in en noteer beide gegevens opnieuw. Deze laatste handeling moet snel gebeuren, daar veel versterkers hier niet langdurig tegen bestand zijn.

Het verschil in uitgangsspanning tussen de belaste toestand en de onbelaste situatie zegt iets over de stroomvoorziening van de versterker.

Tenslotte wordt de vervorming ook gemeten bij de twee hogere frequenties en weer met en zonder belasting. Let op dat de temperatuur van de versterker niet te ver oploopt!

We kunnen nu gaan kijken naar de **vervormings-overspraak**.

Daartoe wordt het tweede kanaal ook voorzien van een belastingsweerstand en de ingang wordt kortgesloten met een kortsluitsteker. De ingang van de meetbrug wordt verbonden met de uitgang van het tweede kanaal terwijl de generator op kanaal 1 blijft staan.

Met het tweede kanaal van de oscillograaf kunnen we nu zowel voor als na de meetbrug het signaal uit het tweede versterkerkanaal bekijken. Denk er om dat kanaal 1 van de versterker belast blijft en verbonden blijft met kanaal 1 van de oscillograaf. In het ideale geval komt er uit het tweede kanaal van de versterker geen signaal. Voor de meetbrug meten we de gewone overspraak en aan de uitgang van de meetbrug de vervormingsoverspraak.

Indien we over meerdere belastingsweerstand beschikken kunnen we ook de situatie bij 4 resp. 2 Ohm gaan meten. Bij een ideale versterker blijft de uitgangsspanning gelijk onder alle condities.

Indien het zeker is dat de versterker onvoorwaardelijk stabiel is dan is het zinvol om de gehele meting te herhalen, waarbij er verschillende capaciteiten parallel geschakeld worden aan de belastingsweerstand. Te denken valt aan een capaciteitsreeks oplopend van 1 nF tot 2 uF. De laatste waarde komt overeen met een electrostatische luidspreker en dit kan bij de hoogste frequentie veel aan het licht brengen.

Alle gevonden waarden kunnen we nu onderbrengen in een tabel :

Belasting (Ohm)	0	8	4	2	8//2 uF
THD bij 1 Watt	0,01	0,05	0,08	0,1	0,06
THD bij 3 Watt	0,01	0,05	0,09	0,11	0,07
THD bij 10 Watt	0,03	0,07	0,12	0,2	0,1
THD bij 50 Watt	0,04	0,08	0,15	1,2	0,12
Overspraak (%)	1	2	3	4	2
Overspraak THD (%)	0,1	0,2	0,4	1	0,3
Uitgangsspanning (dBV)	28	26	23	20	25,5

De gegevens in de tabel komen overeen met waarden zoals ze wel gevonden worden bij sommige Europese fabrikanten.

Het is aan te bevelen van elke meetfrequentie zo'n tabel te maken. We zijn hier uitgegaan van de hoogste frequentie.

De meetgegevens in de tabel duiden op een versterker van matige kwaliteit, die echter wel redelijk stabiel is. Het grootste probleem is de dynamiek. Afhankelijk van de speakerimpedantie treedt een compressie op van maximaal 6 dB.

BELASTINGSKAST

Het is nuttig om belastingen snel om te kunnen schakelen. Verder is het handig om te kunnen zien hoe een versterker reageert op verschillende capacitieve (fasedraaiende) belastingen.

In figuur 9 ziet U een praktische schakeling voor een belastingskast. Daar er geen 8 Ohm weerstanden verkrijgbaar zijn nemen we draadgewonden weerstanden van 15 Ohm. 2 weerstanden parallel geven 7,5 Ohm. Dergelijke weerstanden zijn verkrijgbaar in vermogens van 3 tot 10 Watt. In het laatste geval is de belastbaarheid bij 7,5 Ohm dus 20 Watt continu.

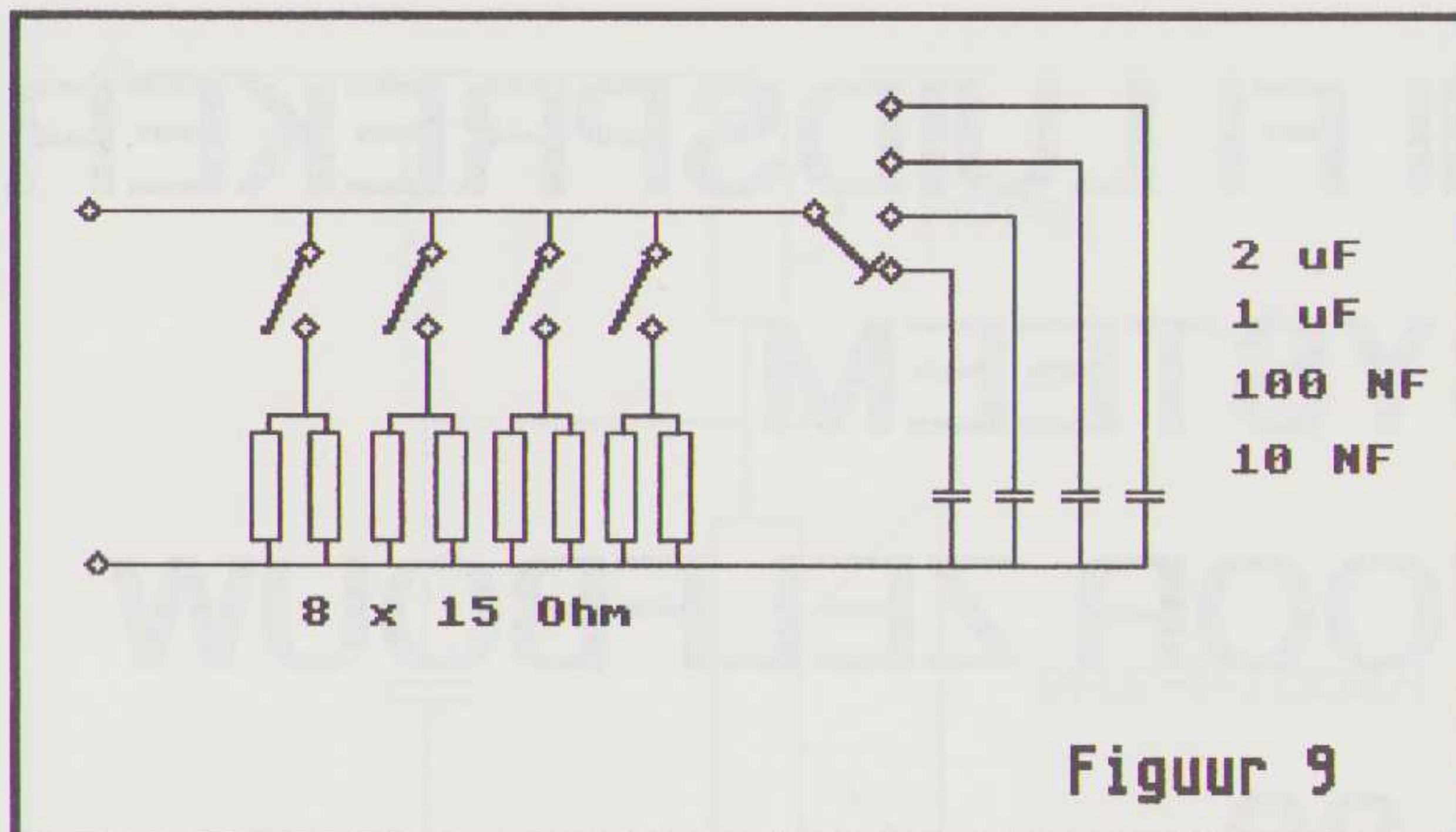
Monteer de weerstanden niet naast elkaar maar bewaar onderling een kleine afstand. Zet ze liever niet op een printplaat. In het gebruik kunnen de weerstanden heel warm worden en de kans op rookwolken is niet gering.

Neem voor de schakelaars forse types die minstens 2 Ampere kunnen schakelen. De weerstandbank levert door parallelschakeling de volgende waarden op : 7,5 Ohm - 3,75 Ohm - 2,5 Ohm - 1,875 Ohm.

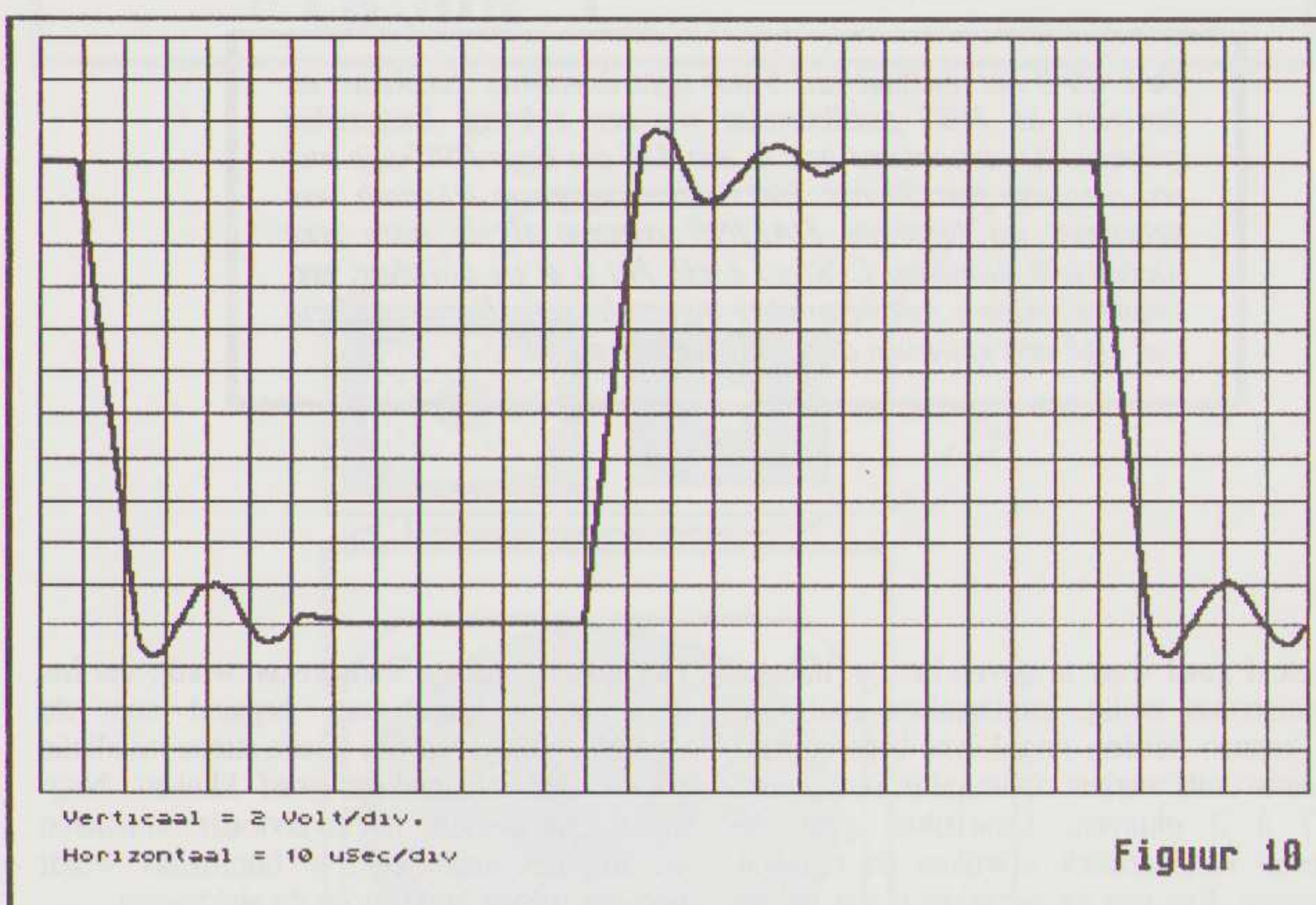
Varianten zijn mogelijk. U kunt bijvoorbeeld ieder weerstandpaar van eigen aansluitbussen (instrumentklemmen) voorzien en de verbindingen met korte dikke snoertjes en banaanstekers maken. In dat geval kunt U de zaak zo schakelen dat U elk van de beide stereo kanalen onafhankelijk van elkaar kunt belasten. Per kanaal is de minimale weerstand dan 3,75 Ohm. Het is natuurlijk nog mooier om twee onafhankelijke kastjes te maken, voor elk kanaal een.

De condensatoren zijn voorzien om het impulsgedrag en de stabiliteit van een versterker te bekijken. Daarvoor heeft U een blokgolf-generator (of nog mooier een functie-generator) nodig.

Indien U een versterker niet kent zorg dan in elk geval dat er om te beginnen géén condensator verbonden is. Kijk met een vierkantsgolf van 1 en 10 kHz eerst of de versterker bij alle weerstandbelastingen stabiel blijft.



Figuur 9



Figuur 10

Een instabiele versterker geeft op de kabelcapaciteit van de verbindingssnoeren en de (geringe) inductie van de weerstanden al enige overshoot.

Zet de volumeregelaar van de versterker dicht. Schakel daarna 8 of 7,5 Ohm in en schakel daaraan parallel een condensator van 1 uF. Regel nu het volume op tot de helft van de mogelijke piekwaarde. Bij de meeste versterkers ziet U nu op de voor- en achterflank van de blokgolf een overshoot verschijnsel. Door de tijd te meten van een volledige sinus van de overshoot kunt U bepalen in welk gebied de versterker een probleem heeft. Gebruikelijk is een frequentie tussen 30 kHz en 1 MHz. Indien de overshoot groter is dan 50% van de blokgolf wees dan voorzichtig en beëindig de meting zo snel mogelijk.

In figuur 10 ziet U het resultaat van zo'n meting. De meetfrequentie is omstreeks 8 kHz. De spanning is 22 Vtt. De slinger is van nuldoorgang tot nuldoorgang (einde sinus) bijna 3 schaaldelen dus 30 uSec = 33 kHz. Dit is slechts een fictief beeld en een versterker met zo'n geringe uitslingering is redelijk stabiel.

U kunt hierna ook kijken naar het gedrag met de andere condensatorwaarden. We hebben ervaren dat sommige versterkers nauwelijks problemen hebben met een grote condensator (van 2 uF), maar wel met een kleinere van bijv. 1 NF!

In een later nummer komen we op deze metingen terug en we zullen daarbij tevens een schakeling geven voor een handige burst-functie-generator voor stereo gebruik.

HI FI LUIDSPREKER SYSTEEM VOOR ZELFBOUW

L-80

De L-80 is het resultaat van 5 jaar experimenteren, berekenen en bouwen. In 1983 publiceerden we een drieweg luidspreker systeem dat gemonteerd was in een 130 cm hoge PVC-pijp met een diameter van 30 cm. Het daarin toegepaste labirynth was gebaseerd op hetzelfde DALINE principe als in onze zeer succesvolle modellen L-50 en L-60. Nu is er de opvolger, een drieweg systeem met bijzondere eigenschappen. De vergelijking met high-end systemen doorstaat hij met gemak.

Om geluid goed weer te geven heb je, helaas, een luidspreker nodig. Luidsprekers zoals we ze nu kennen hebben nogal wat beperkingen. De meeste units werken optimaal in een gebied van 2 à 3 oktaven. Daarbuiten gaat de frequentie karakteristiek afwijken en ontstaat vervorming. Een van de oorzaken is dat indien de golflengte van het weer te geven geluid kleiner is dan de konus-diameter de konus mechanisch gaat vervormen. Voor lage tonen heb je een grote konus nodig en dat heeft weer consequenties voor de massa. Deze zaken vindt U terug in alle boekjes die er over luidsprekers bestaan.

Je kunt ook een systeem konstrueren waarbij een betrekkelijk kleine konus ook redelijk bas weergeeft. Zoiets gebeurt in alle reflex-systemen en ook in onze pijpluidsprekers. Vaak is het echter zo dat wat je aan de onderkant wint ten koste gaat van de bovenkant van het spectrum. Het wil bij twee-weg systemen nogal eens gebeuren dat de vervorming in het middengebied excessief wordt. Daar kun je dan weer wat aan doen door bijv. heel steil te filteren. Ook dat is niet probleemloos daar steile (gecompliceerde) filters afbreuk doen aan het stereo-beeld.

Onze trouwe lezers weten dat we zeer hechten aan het ruimtelijke stereo-beeld. Daarnaast is precisie en definitie van belang.

Het gedrag van de luidspreker wordt, als het goed is, in hoge mate bepaald door de versterker. Gegeven een goede stereo installatie zullen veel luidsprekers goed klinken. Nogmaals, en wellicht ten overvloede, stipuleren we dat het stereo-beeld in hoofdzaak wordt bepaald (of verminkt) door de elektronica.

De vele testen en luisterproeven die we eerder publiceerden tonen duidelijk aan dat een eenvoudige luidspreker, mits aangesloten op een goede versterker, een verbluffende weergave kan realiseren.

Omgekeerd kunnen we ook zeggen dat een heel goede luidspreker het op een matige installatie niet goed doet. Waar het om gaat is dat de emotie van de muziek zodanig wordt overgedragen dat je (bijna) kunt vergeten dat het reproductie is. De luidspreker vormt daarbij nauwelijks de beperking. Met eenvoudige luidsprekers als de goedkope BNS E-12, Celestion Ditton 100 en Wharfedale Diamond kun je jarenlang muzikale avonturen beleven.

Opmerkelijk is ook dat in hogere prijsklassen twee-weg systemen als de B&W DM-7 en de recente Zweedse Rauna Leira zulke goede resultaten geven.

De door Hi Fi adviseurs (verkopers) vaak geponeerde stelling dat je je installatie kunt verbeteren door simpelweg duurdere luidsprekers te kopen gaat heel vaak niet op en het resultaat is in het ergste geval teleurstellend. Indien U beschikt over het beruchte midisetje met de welbekende "spreeuwenkistjes" laat U dan niet verleiden tot de aanschaf van nieuwe luidsprekers. De versterker is en blijft in zo'n geval het zwakste punt. En als een versterker het luidsprekergedrag goed controleert kunnen ook de "spreeuwenkistjes" het goed doen.

In het eerdere drie-weg "PIJP"-systeem was de basunit horizontaal bovenin de pijp gemonteerd. Dat nu leverde een probleem op. De mid-bas geluiden werden naar boven afgestraald, terwijl de rest van het frequentiegebied naar voren resp. rondom afstraalde. Het resultaat was dat bijvoorbeeld bij de weergave van koormuziek de baritonstemmen niet goed geplaatst waren. Ze leken, afhankelijk van de opstelling en de kamerreflekties te "zweven" boven de andere stemmen. We hebben getracht daar iets aan te doen met reflektoren etc.. Dit zijn oplossingen achteraf! Het moest dus anders.

We hebben toen overwogen hoe we de basunit vertikaal in het front konden monteren. In een 30 cm pijp is dat onmogelijk. We hadden ook de wisselfrequenties van het filter kunnen verleggen en bijv. de basunit niet verder door laten lopen dan 100 Hz. Gezien de eigenschappen van de verkrijgbare units leidt dat tot een vierweg systeem. Dat betekent meer componenten met het daaraan verbonden risico van een minder goede weergave. Het ideaal blijft een een-weg systeem zonder filters! Om een meer-weg systeem goed te laten klinken is er nogal wat nodig en over het algemeen is het ook kostbaar. Dat is de reden dat bij veel fabrikanten de twee-weg luidsprekers beter klinken dan drie-weg.

Ontwerpfilosofie

Uitgaand van eerdere ontwerpen kwamen we tot het volgende eisenpakket:

1. Eenvoudige Bessel-filtering 6 dB/oktaaf
2. Belastbaarheid omstreeks 100 Watt (muziek vermogen)
3. afmetingen maximaal 35 x 30 x 120 cm

Een eenvoudig filter geeft vaak een goed resultaat m.b.t. het stereobeeld. Filterhellingen van 12 dB/oktaaf doen afbreuk aan de diepte. Dat geldt overigens niet voor de definitie! Een complex filter kan goed definiëren. Echter de faseproblemen verstoren een optimale stereo afbeelding.

Een bijkomende voorwaarde is wel dat de units (veel) beter moeten zijn dan bij een steil filter. In het naastliggende niet weergegeven oktaaf mogen geen problemen optreden. Veel units produceren vervorming, zowel akoestisch als mechanisch, en fasesprongen buiten de door de fabrikant aangegeven frequentieband.

In figuur 1 ziet U een Bessel-filter in zijn eenvoudigste vorm waarbij de luidsprekers in serie zijn geschakeld. Met deze filtermethode hebben we al uitstekende ervaringen opgedaan bij de eerdere ontwerpen. Als dit nu toegepast wordt bij een drie-weg systeem krijgen we een schakeling als in figuur 2 met een respons als in figuur 3.

We kiezen nu eerst de midden-unit. We willen F_2 zo laag mogelijk leggen en in ieder geval beneden 600 Hz. Het perceptie onderzoek heeft uitgewezen dat het gehoor zeer gevoelig is voor fasedraaiing in het gebied tussen 600 en 1200 Hz. Het is zaak om met de filterfrequentie zover mogelijk uit dat gebied weg te blijven.

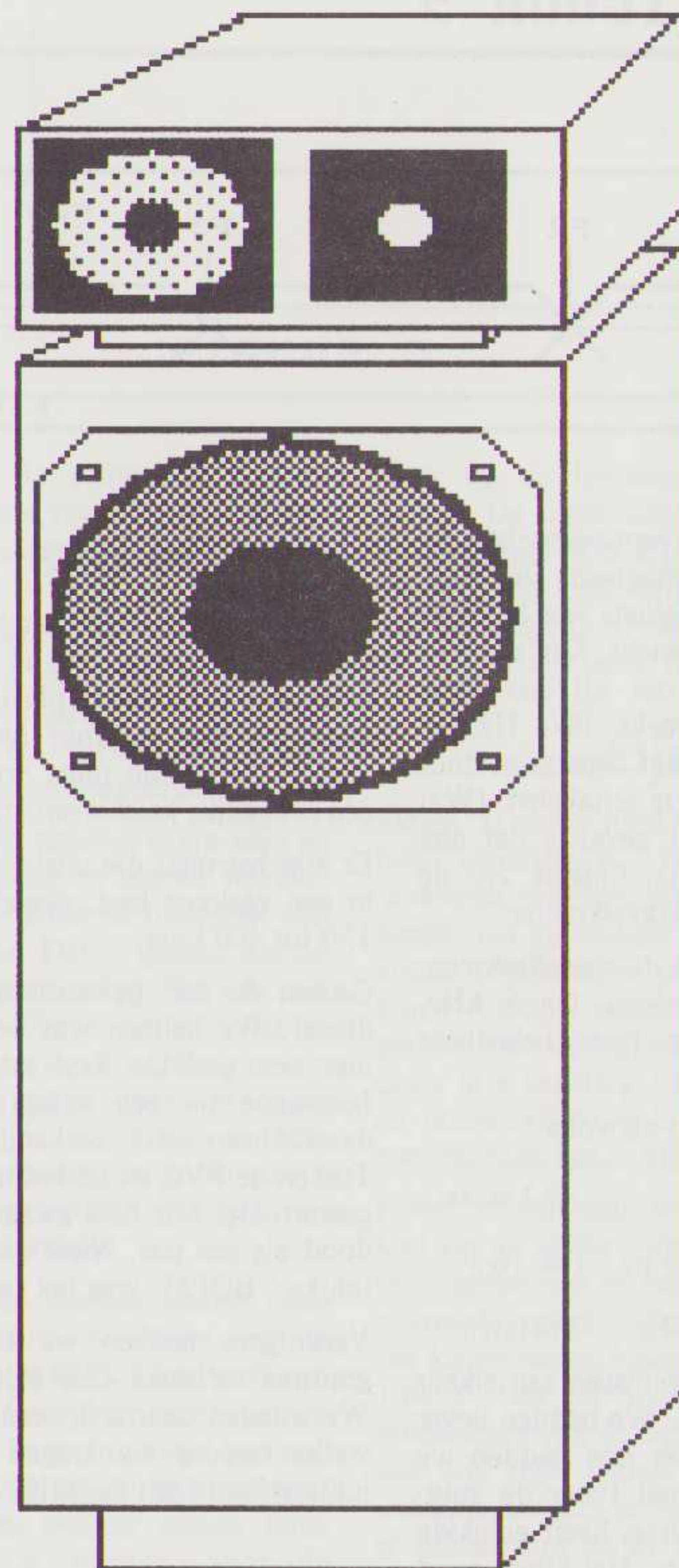
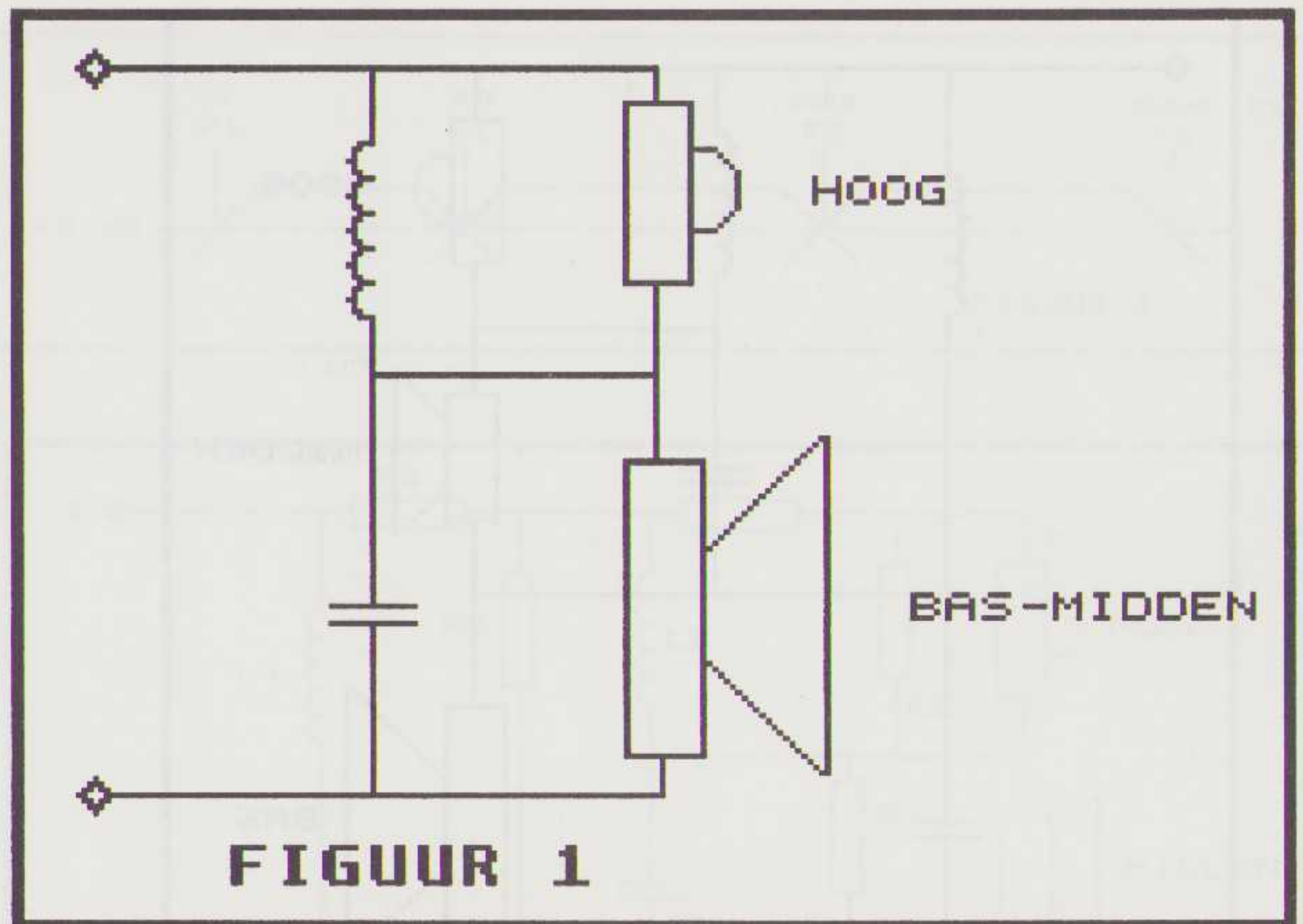
We zouden ook kunnen kiezen voor een midden-unit die we bijvoorbeeld bij 2 kHz laten beginnen. In dat geval moet de laag-unit 5 à 6 oktaven weergeven: 30 - 60 - 120 - 240 - 480 - 960 - 1920 Hz. Daarbij krijg je gegarandeerd last van "cone break up" verschijnselen en dus vervorming (als de luidsprekerdiameter groter is dan 20 cm). We kiezen F_2 dus beneden 600 Hz, maar zodanig dat de resonantie van de midden-unit ten minste 1 Oktaaf onder F_2 zit. De meeste midden-units hebben een resonantie tussen 300 en 400 Hz. De meeste dome-units voor het middengebied hebben een resonantie tussen 600 en 1000 Hz.

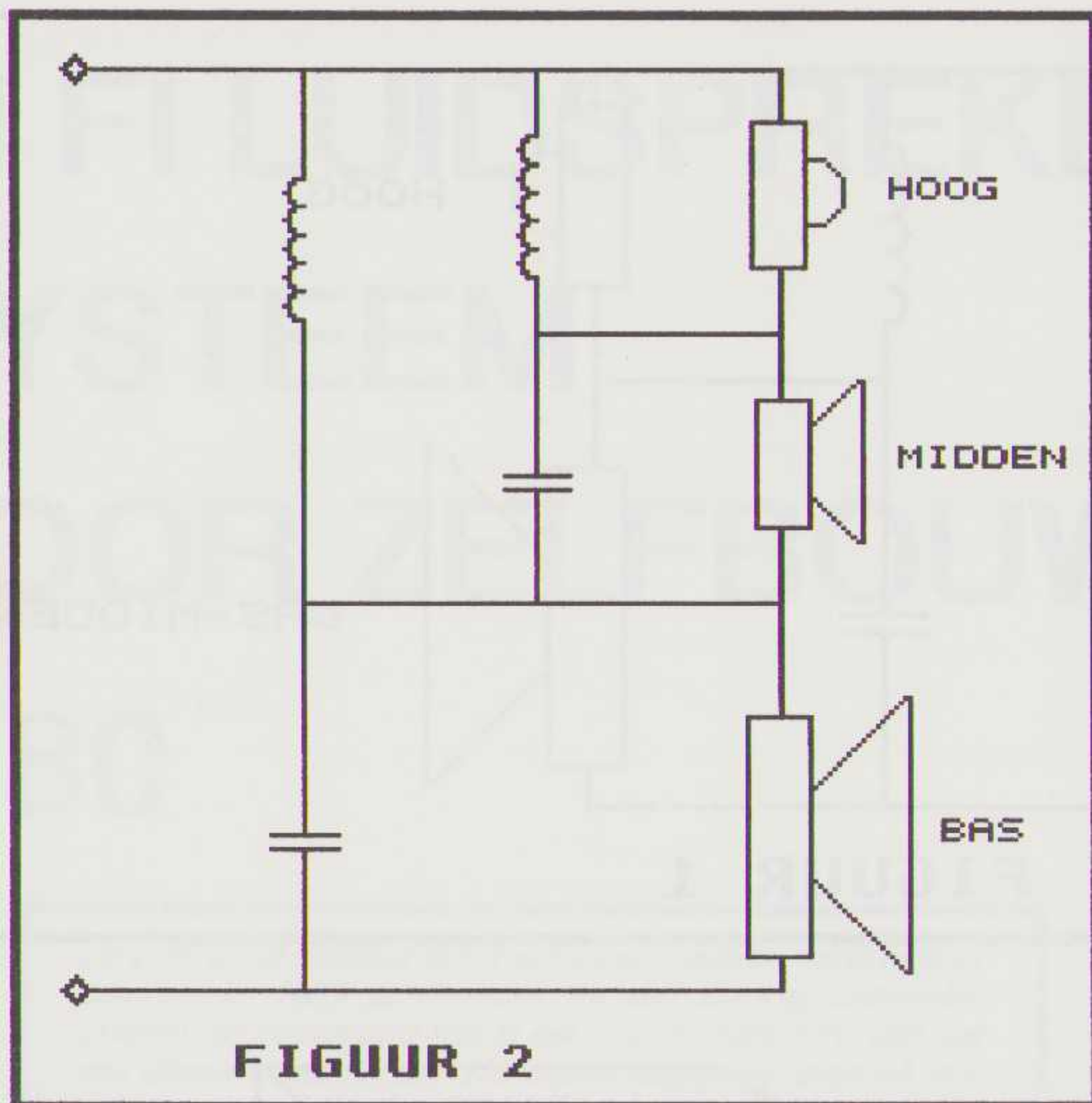
Er zijn ook wel kleine semi-bas-units, o.m. van Focal, die een hele lage resonantie frequentie hebben tussen 50 en 150 Hz. Die units hebben echter een vrij grote konusmassa en ze geven wat afwijkingen boven 3 kHz. De door ons gevonden unit is de SIARE 13 VR. Dat is een luidspreker met een lichtgewicht met glasfiber versterkte kunststof konus.

De systeem resonantie in een gesloten kast ligt bij omstreeks 120 Hz. Door het lichte gewicht is ook de puls-respons vrij goed in vergelijking met anderen. Bovendien verloopt de karakteristiek redelijk vlak tot omstreeks 7 kHz. We kunnen nu "veilig" filteren op 300 Hz en afhankelijk van de tweeter F_3 op omstreeks 4 kHz leggen.

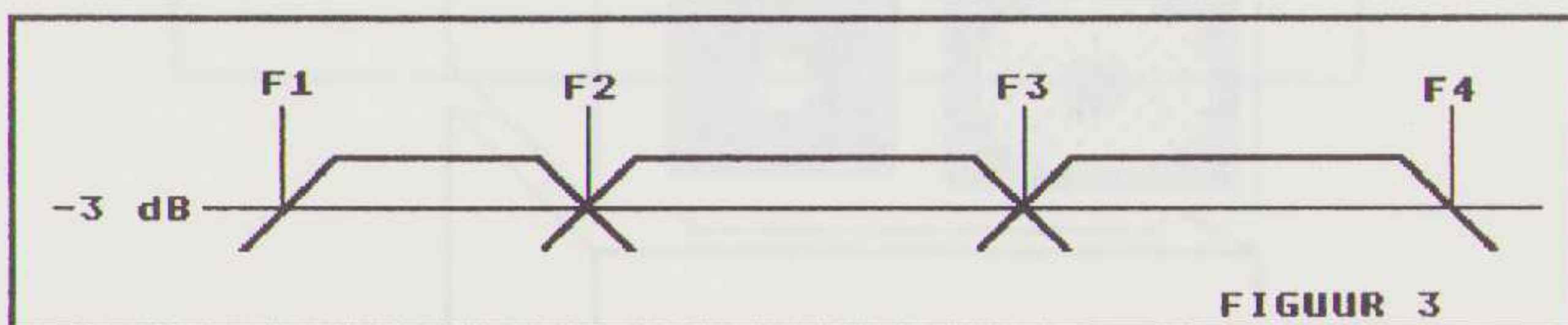
Tweeter

De tweeter werd de Focal T-120-K die zijn kwaliteiten eerder bewees in de L-60.





FIGUUR 2



FIGUUR 3

Het is een tweeter die een (vermogens-)stootje kan hebben met een forse magneet. De dome is "concaaf" d.w.z. hol in plaats van bol. Het dome materiaal is lichtgewicht Kevlar. Een nadeel van de T-120 is dat hij een forse resonantie heeft bij omstreeks 800 Hz. In twee-weg systemen kun je dat tegengaan door een extra zuigkring parallel te schakelen. (Wat in de L-60 gebeurt). In dit geval is dat niet nodig; als we bij 4 kHz filteren zit de resonantie daar ruim twee oktaven onder.

Na wat proefnemingen werd de wisselfrequentie F3 nog wat hoger gelegd bij 5 kHz, waarmee het systeem nog beter belastbaar werd.

De frequentie-verdeling is nu als volgt :

bas :
30 - 60 - 120 - 240 - 300 Hz - 3,2 oktaaf
midden :
300 - 600 - 1200 - 2400 - 4800 Hz = 4 oktaven
hoog :
4800 - 9600 - 19.200 - 22.000 Hz - 3 oktaven

Het leven hangt van compromissen aan elkaar en dat is ook hier het geval. We hadden liever F3 wat lager gekozen echter dan hadden we meer elektronica nodig gehad (voor de zuigkring). Het gesloten compromis heeft gelukkig geen hoorbare konsekventies. Het klinkt goed en daar gaat het om!

De Bas-unit

De keus van de bas-unit was het moeilijkst. Het gedrag van de unit is afhankelijk van de kastkonstruktie. We hebben veel units de revue laten passeren en door ons rekenprogramma geijast. De meeste units voldoen slechts voor één mogelijke kastkonstruktie.

Er zijn bas-units die uitsluitend toepasbaar zijn in een gesloten kast, veelal met volumes van 150 tot 400 Liter.

Gezien de dan gewenste maatvoering vallen die af. We hebben wat experimenten gedaan met een gesloten kast systeem van 90 liter bestaande uit een stukje 30 cm pijp met daaromheen een zeskantige houten wand. Tussen de PVC en de houten wand werd zand gestort. Het was heel zwaar en we dachten zo dood als een pier. Niets daarvan! Een ongelofelijke "BOEM" was het resultaat. Jammer.

Vervolgens hebben we eerst ons rekenprogramma verbeterd (Zie elders in dit nummer). We konden daarna in een handomdraai zien welke respons we kregen met een bepaalde luidspreker in een bepaalde kast.

Het liefst hadden we weer het DALINE principe toegepast daar dit niet zo kritisch is bij zelfbouw. Na wat omzwervingen kwamen we bij de basunits van het merk VOLT terecht. Een bekende toepassing vindt U in de Van-Den-Hul monitor. Van den Hul heeft daarvoor een transmissie-lijn berekend en toegepast. Het klinkt heel strak. Voor zelfbouw is de transmissielijn echter onacceptabel. De kans dat er (door de doe-het-zelver) een fout wordt gemaakt in de afmetingen van de tussenschotten is heel groot.

Nadere berekeningen leerden ons dat de Volt ook goed toepasbaar moest zijn in een basreflex kast. De meeste basreflex systemen geven echter een onaanvaardbare boem en het heeft even geduurd voor we dit aandurfd. De berekening wees uit dat we voor de poort konden volstaan met een eenvoudig stukje PVC-pijp van 80 mm doorsnee. Zo'n pijpje kun je altijd gemakkelijk aanpassen waarmee het bezwaar voor het zelfbouwen vervalt. Het moet gezegd, het resultaat is uitstekend. Dat heeft natuurlijk ook te maken met de goede eigenschappen van de gekozen unit. Hij is wat duurder maar voor niets gaat de zon op!

Het hier beschreven systeem heeft een -3 dB punt op 38 Hz zonder noemenswaardige resonanties of geboem. Het geheel klinkt evenwichtig en de zelfbouw is vrij eenvoudig.

De totale respons ziet er uit als in figuur 4. Daarbij liggen de (elektrische) -3 dB punten op resp. 38 - 355 - 5500 - 22000 Hz.

Het definitieve filter ziet U in figuur 5. Er is een compensatie aangebracht met een RC voor het impedantieverloop van de midden-unit. Er zijn ook twee weerstandnetwerken aangebracht om de impedanties op de wisselfrequentie gelijk te maken en het rendement aan te passen.

N.B. De Volt is 6 Ohm. Bij Besselfilters dient de aangeboden impedantie op de wisselfrequentie gelijk te zijn.

Onderdelen lijst filter L-80

L1 = 6,0 mH
L2 = 0,4 mH R 1 = 2,2 Ohm
R 2 = 22 Ohm
R 3 = 15 Ohm
R 4 = 1 Ohm
R 5 = 22 Ohm
C 1 = 32,2 uF (10 + 10 + 2,2 uF)
C 2 = 2,2 uF
C 3 = 4,7 uF

Voor de techneuten en rekenaars kunnen de volgende gegevens interessant zijn :

Baskast

Vbox = 33 Liter
QL = 7
Midden-Hoog kast : Vbox = 5 Liter
Filter : Q = 0,577 (Bessel)

Kastkonstruktie

De behuizing bestaat uit twee delen : een baskast en een kleinere (satelliet) kast voor het midden-hoog. De behuizingen zijn rechthoekig om optische (ergonomische) redenen. We hadden ook kunnen kiezen voor een rechthoekige baskast met daarop een klein PVC pijpje van 20 cm doorsnee. Dat echter ziet er wat vreemd uit.

Bovendien is het samenstellen een stuk eenvoudiger. De plankjes kunt U op maat gezaagd bestellen en ze kunnen eenvoudig verlijmd worden. De gaten voor de verschillende units worden met een decoupeerzaag aangebracht. Het filter wordt in de voet bevestigd. De hele set kan in een weekend gemonteerd worden.

Benodigde kastmateriaal

De baskast en de satelliet worden geheel uit **MDF** (medium density fibre board) 19 mm dik gemaakt. De zaagmaten in millimeters per kast zijn :

Baskast

- a. 2 zijpanelen 775 x 250
- b. 1 voor- en 1 achterpaneel 736 x 212
- c. 1 onder- en 1 bovenpaneel 250 x 212
- d. 2 voetstuk voor-achter 220 x 70
- e. 2 voetstuk zijpanelen 182 x 70
- f. 3 steunen voor basluidspreker 140 x 100

Satelliet

- f. 1 boven- en 1 onderpaneel 250 x 231
- g. 1 frontpaneel 250 x 150
- h. 2 zijpanelen 231 x 112
- i. 1 achterpaneel 212 x 112
- j. tussenstuk 2 x voor-achter 220 x 30
- k. tussenstuk 2 x zijpaneel 182 x 30

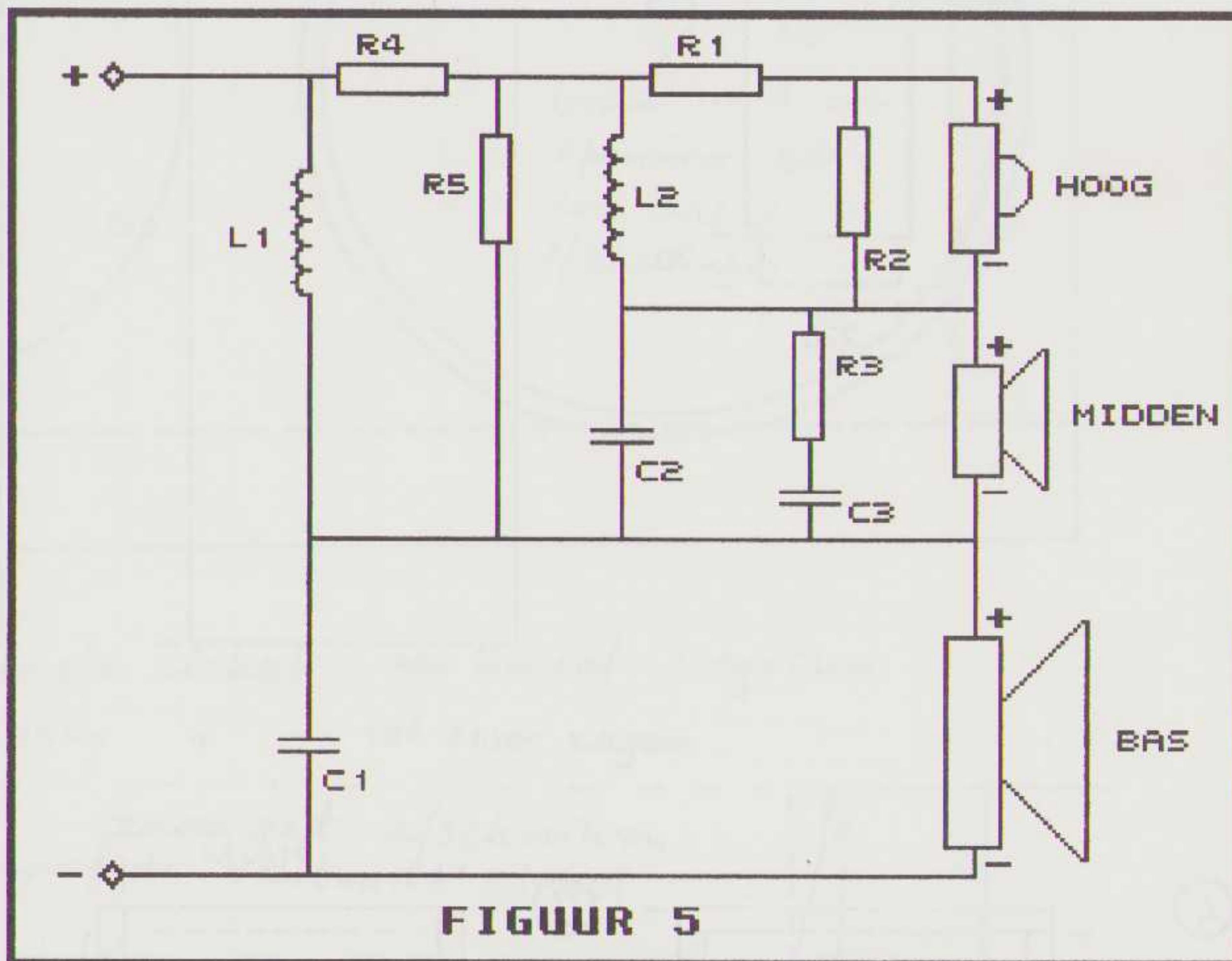
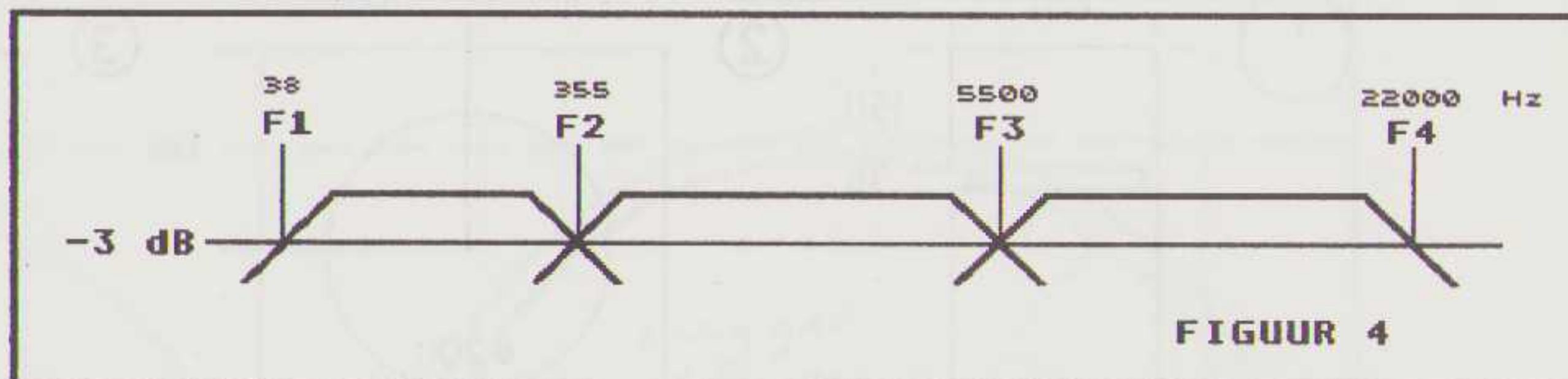
Voorts nodig :

- 1 haakse bocht met aan een zijde een mof doorsnede 80 mm
- 1 stukje pijp lang 65 mm, doorsnede 80 mm
- 1 dikwandige PVC-pijp lang 1030 mm, doorsnee 16 mm
- 12 imbusbouten cilinderkop M4 x 25
- 4 inslagmoeren M4
- 8 houtdraad-bussen M4
- 1 klein blikje Bison montagekit
- houtlijm
- BAF 120 x 50 cm
- 4 meter luidspreker snoer

Decouperen

We beginnen met de baskast. In de frontplaat wordt een gat gemaakt volgens afbeelding 2 en in de achterplaat een gat, passend voor de PVC-bocht, volgens afbeelding 3.

Teken hierna op de frontplaat de gaten af voor de bevestigingsbouten van de basluidspreker. Boor die gaten met een 4 mm boor en boor in



dezelfde gaten vanaf de achterzijde van de frontplaat een verdieping van 10 mm met een boor van 6 mm. Daar passen de inslagmoeren in.

Breng in de verdiepte gaten een beetje montagekit aan en tik met een hamer de inslagmoeren er in. Om ze goed te centreren kan het zinvol zijn de basluidspreker provisorisch op de frontplaat te monteren.

De maatvoering voor de satelliet is erg krap en deze moet zeer zorgvuldig en precies vervaardigd worden. De reden is dat de frontplaat van de satelliet heel smal is. Dat is gedaan om de kast niet te hoog te laten worden. Het kan ook anders, men kan de satelliet kantelen zodat de tweeter boven komt en de frontplaat (en de rest van het kastje) iets groter kiezen. We laten dat aan Uw fantasie over, maak hem in ieder geval zodanig dat de inhoud niet groter dan 5 liter wordt (4 liter is optimaal). We gaan nu verder uit van onze constructie.

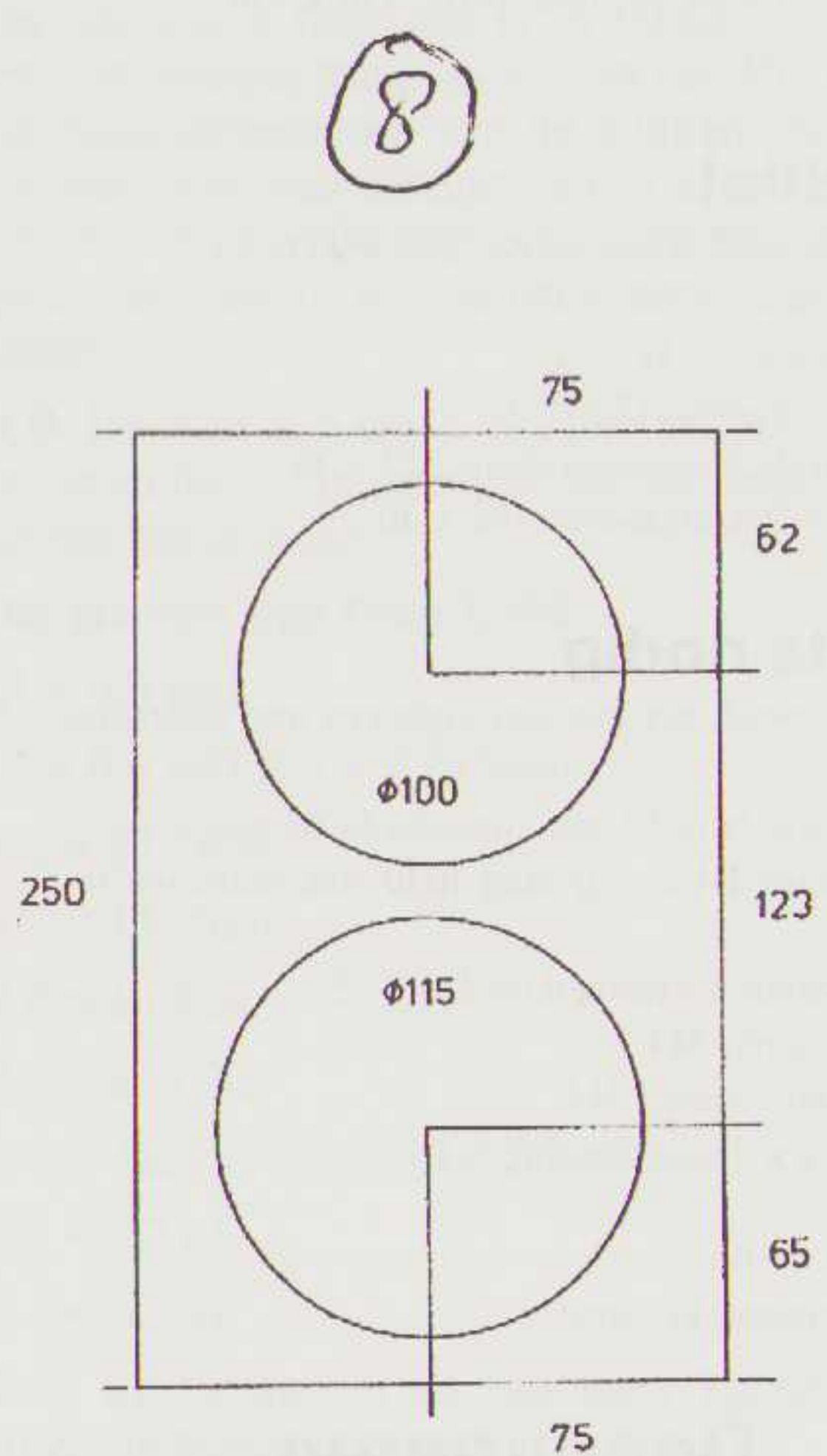
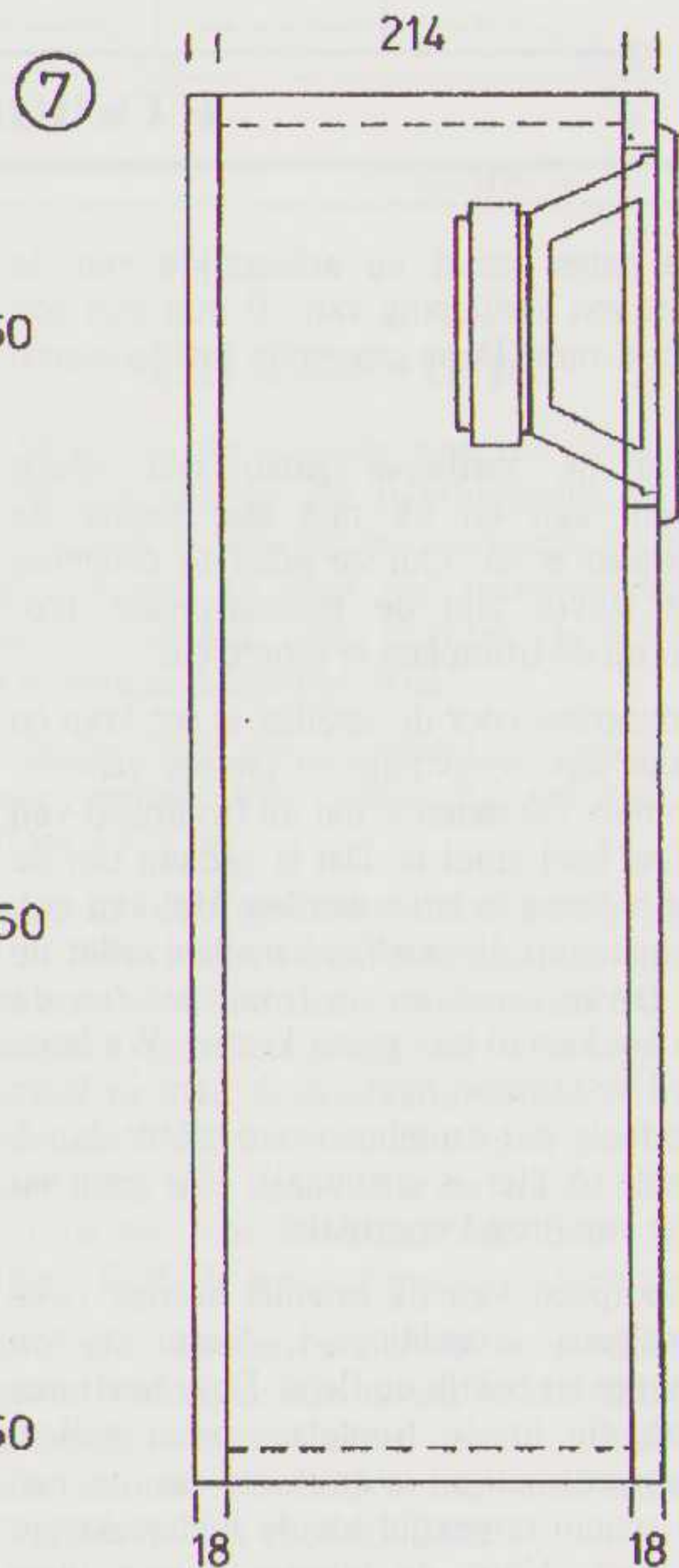
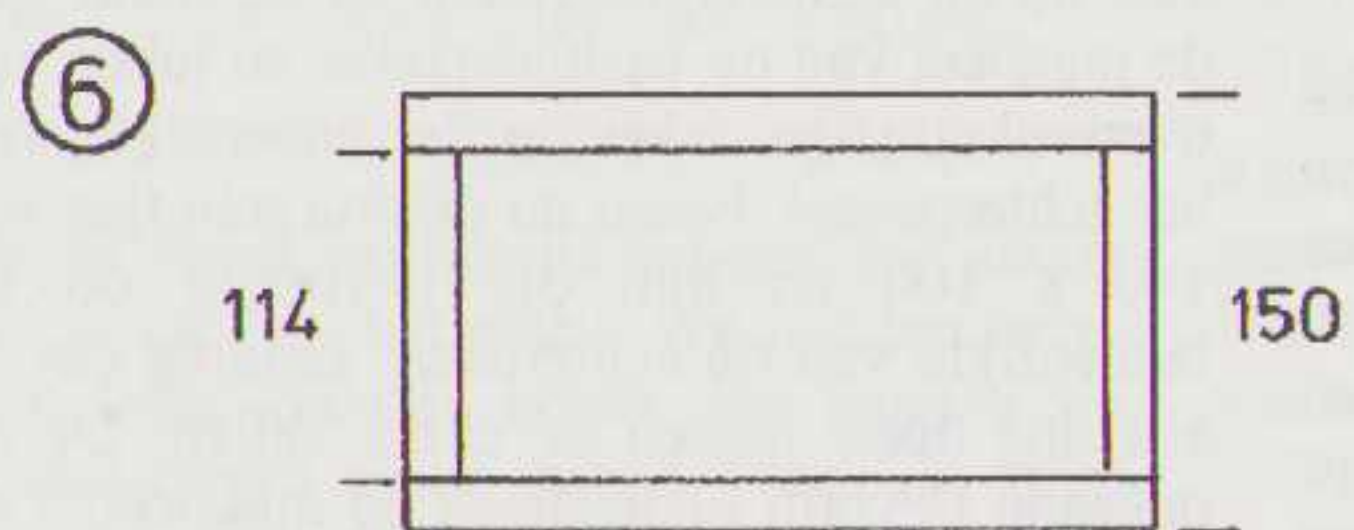
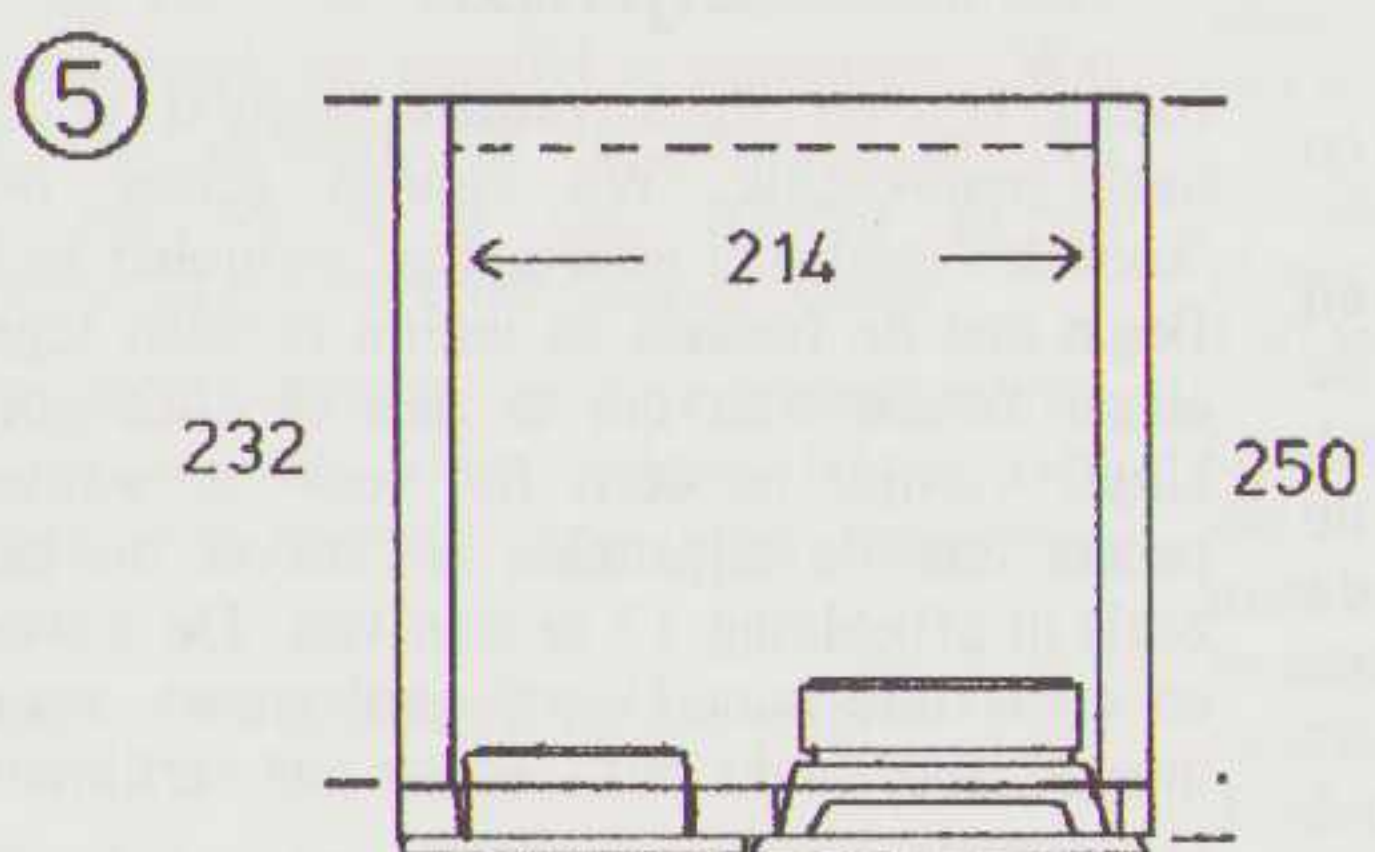
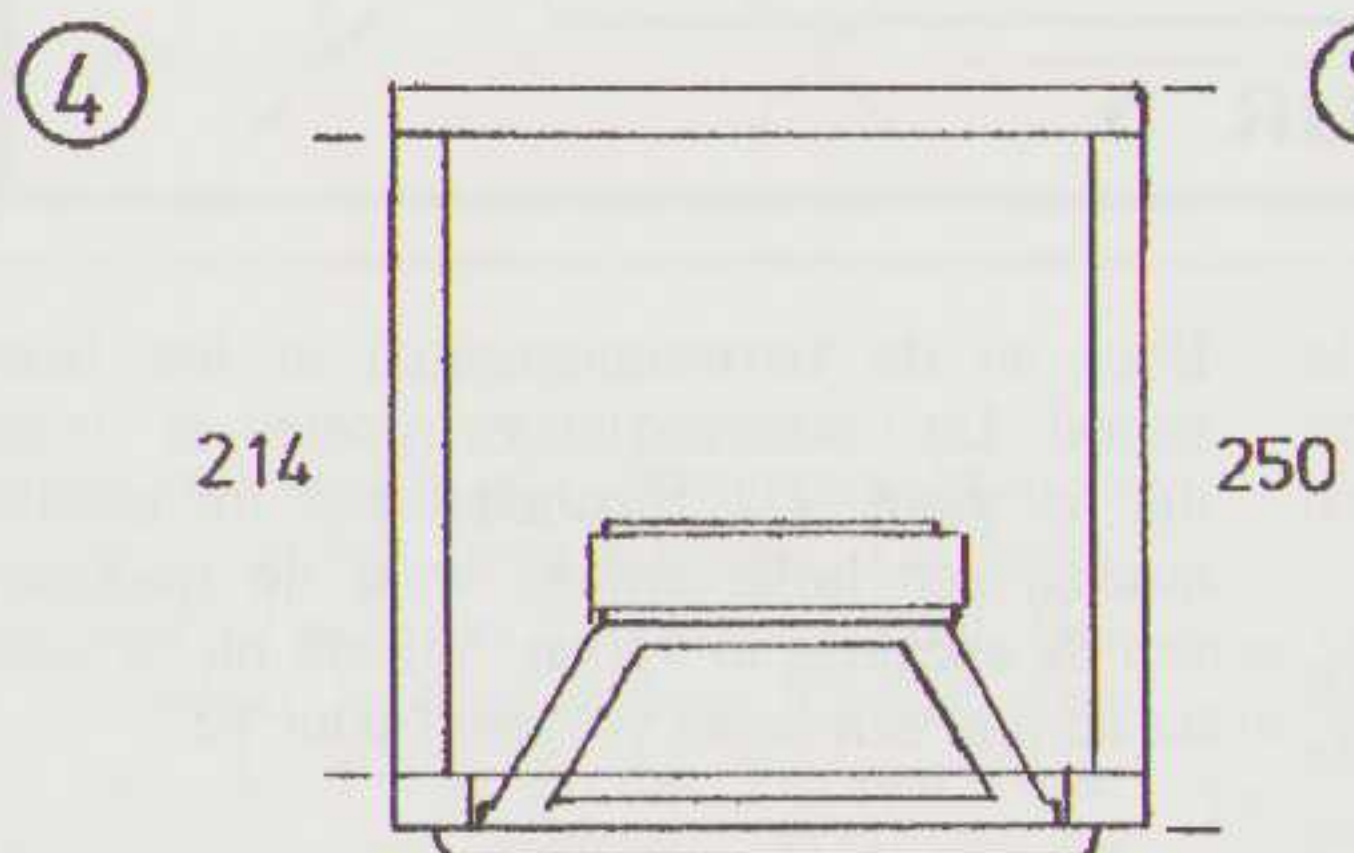
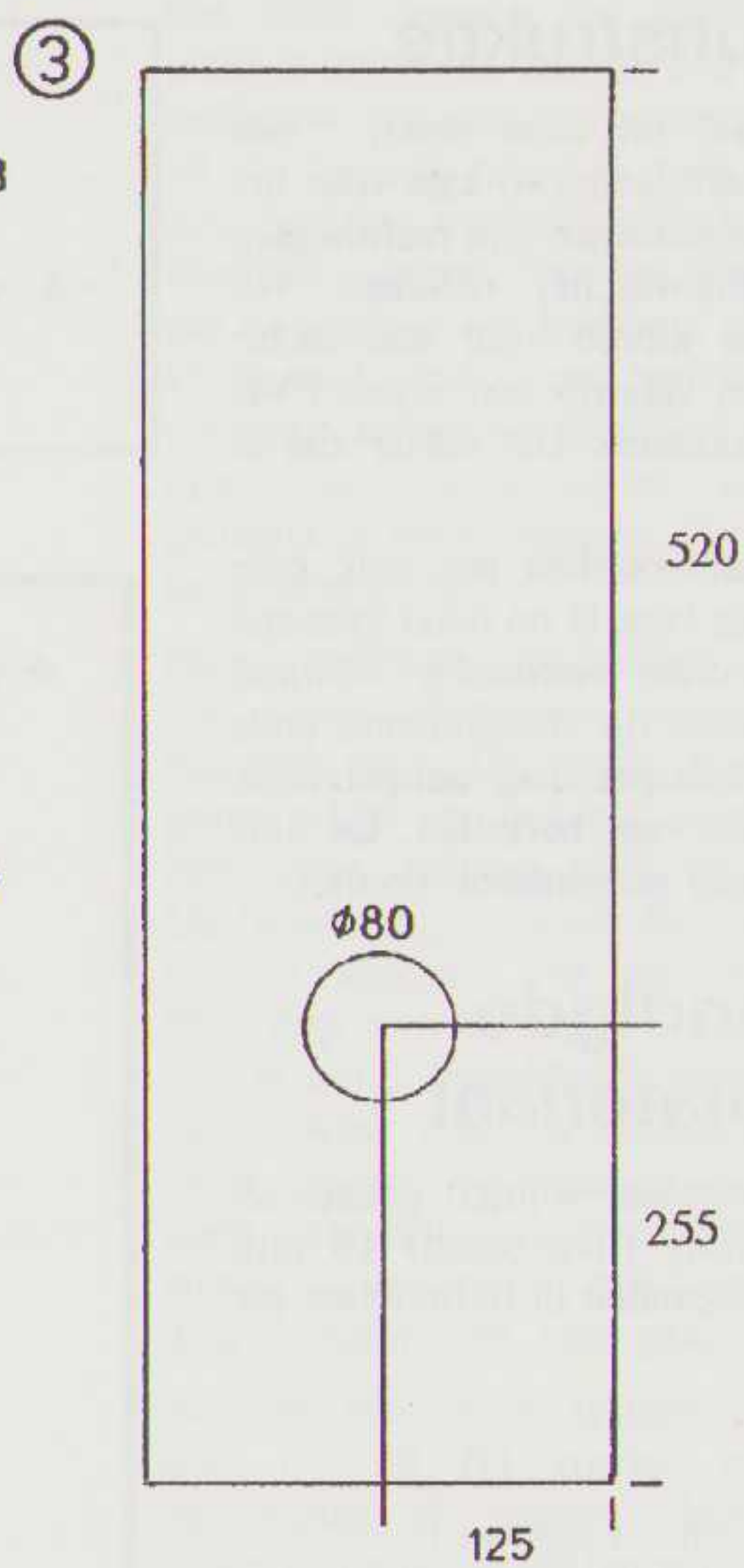
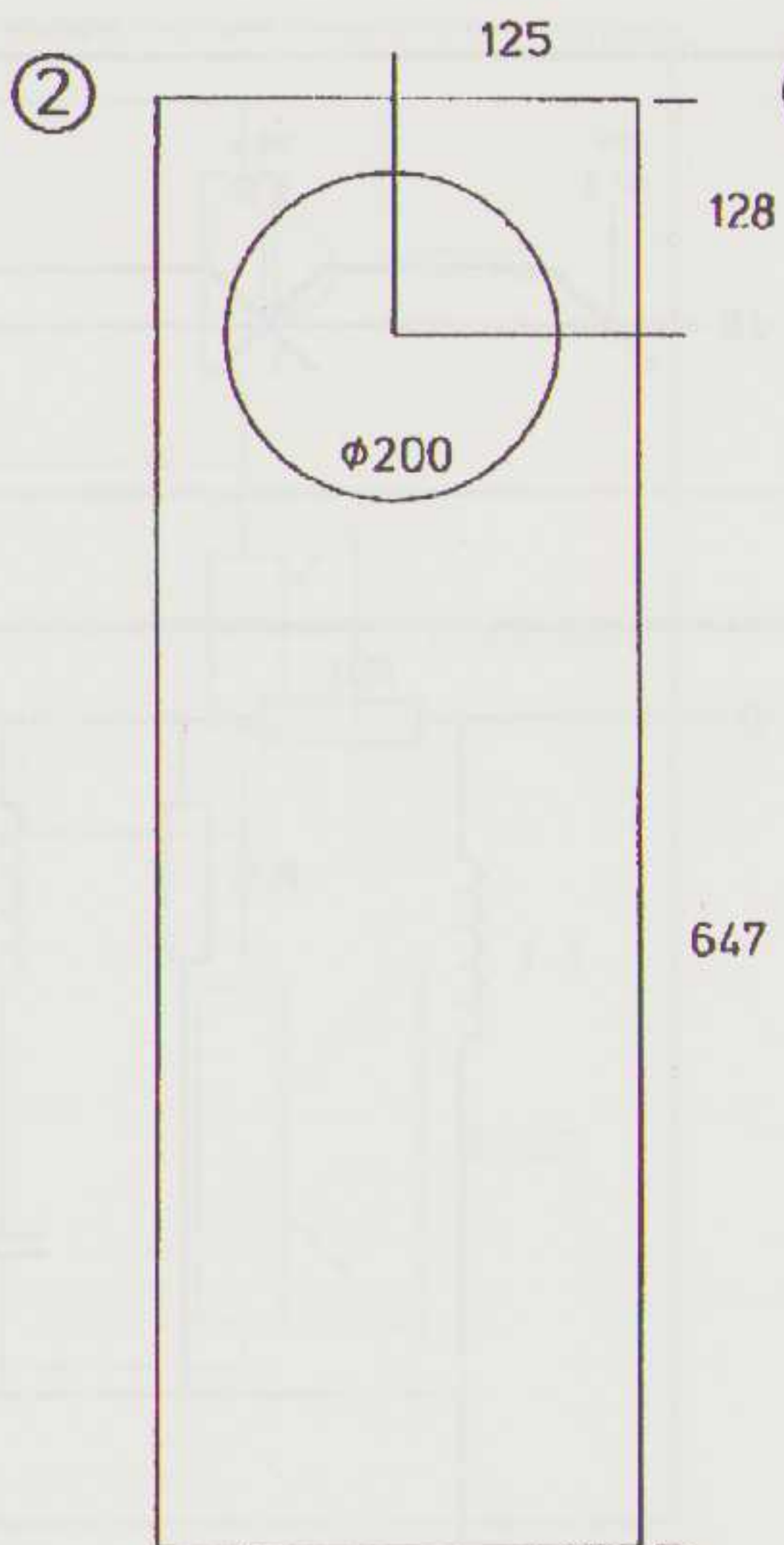
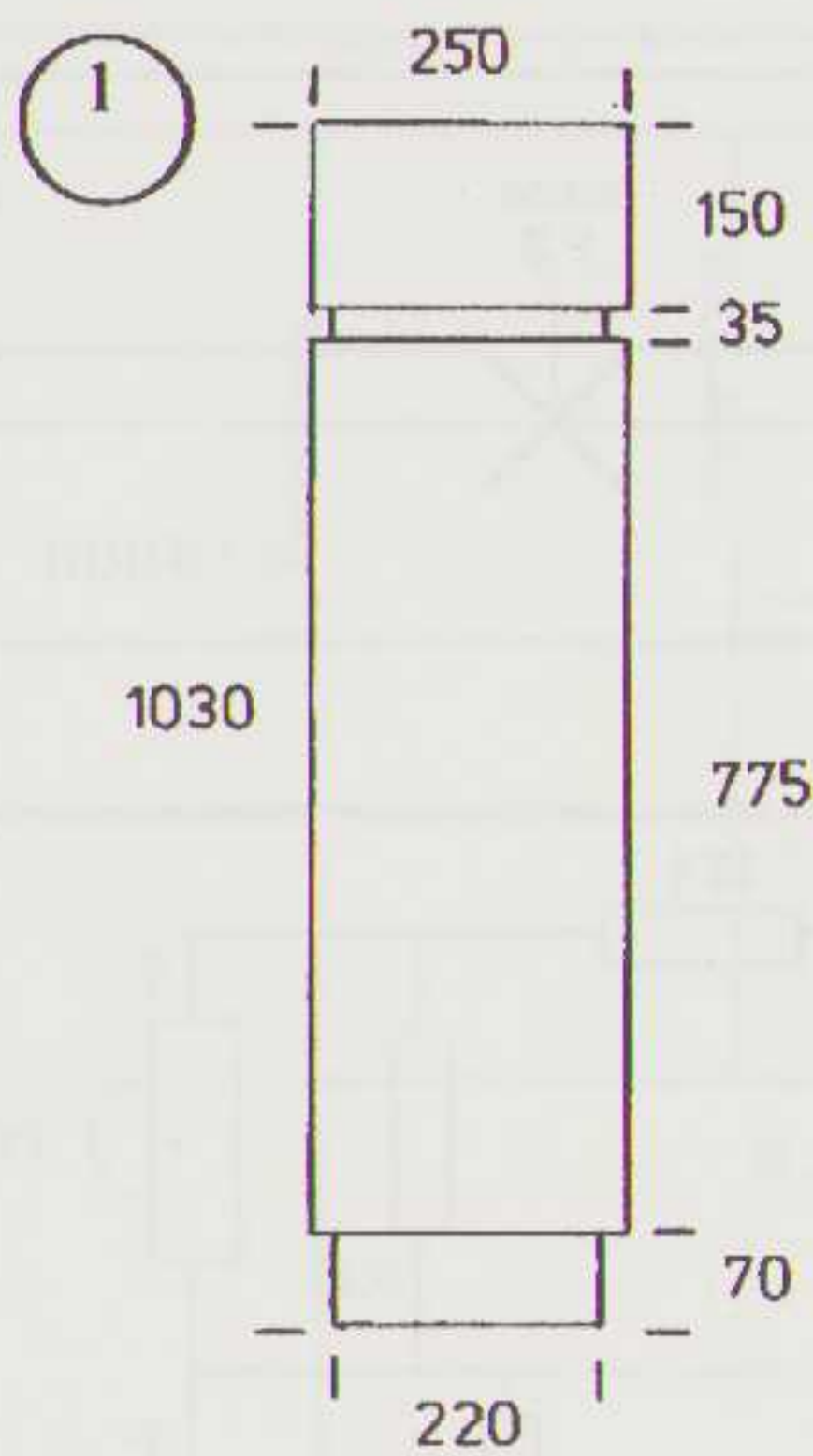
In de frontplaat van de satelliet komen twee gaten volgens afbeelding 8. Neem nu de middentoner en bekijk de flens. Deze heeft een afronding die in de frontplaat moet vallen. Daartoe wordt het gat in de frontplaat met een houtvijl schuin uitgevijld tot de luidspreker er pas in gaat. Voor de tweeter dienen twee gleuven aangebracht te worden, waar de aansluitingen en aansluitsnoeren in vallen.

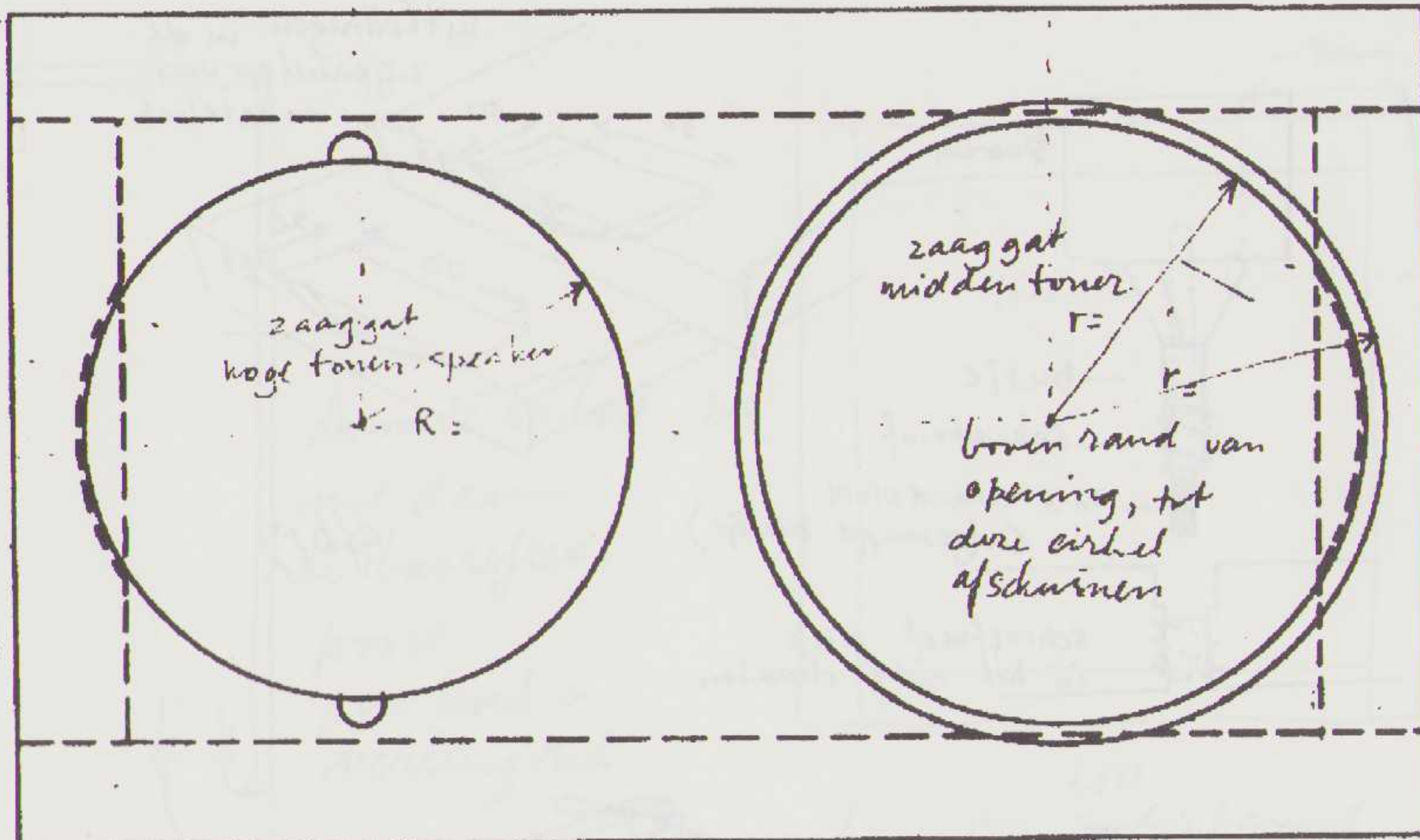
Boor nu de bevestigingsgaten in het frontpaneel. De houtdraadbusjes moeten er 'moeilijk' in gaan. De zijpanelen van de satelliet moeten een holte krijgen waar de magneten van de speakers in vallen. Vijl dit uit of steek dit uit met een beitel volgens figuur 12.

Lijmen

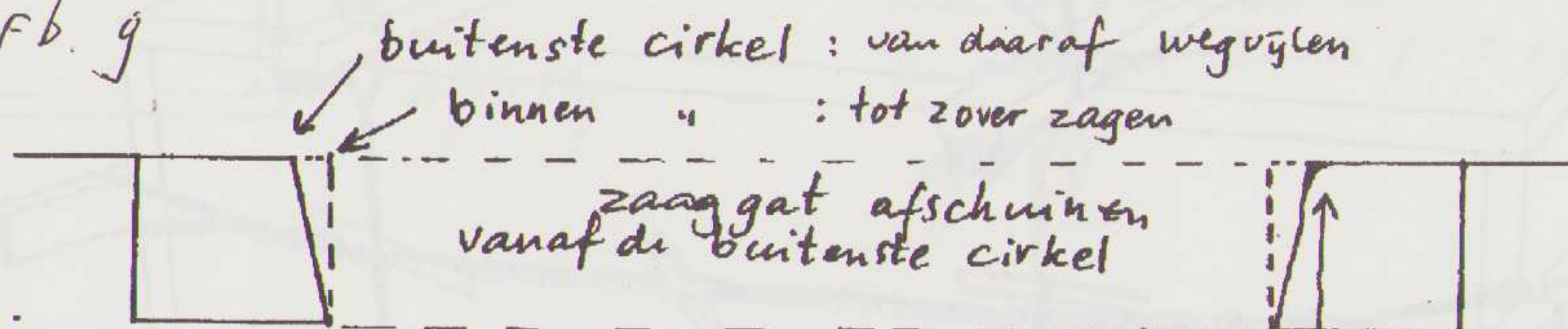
Indien U over lijklemmen beschikt is dat heel gemakkelijk. We kunnen echter ook 'knevelen' wat met eenvoudige middelen gaat. Begin met de baskast en leg de panelen tegen elkaar zonder lijm om te zien of alles goed klopt. Verlijm nu eerst het voor- en achterpaneel met de zijpanelen en knevel de kast zoals in afbeelding 13 te zien valt. De boven- en onderzijde kunt U wel aanbrengen, waarmee de zaak haaks blijft, echter niet verlijmen!

Neem na een dag de knevels weg en leg de kast op de achterzijde. Neem nu de maat van de magneet van de basluidspreker en teken een overeenkomstige cirkel op de binnenzijde van het achterpaneel. Neem nu de drie schotjes van 140 x 100 en lijm die U-vormig op de binnenzijde van de achterplaat, zodanig dat ze alle drie deels binnen de cirkel vallen. De zo ontstane U-vorm ondersteunt de magneet. Leg er rubberstrips op of tochtstrip en monteer de basluidspreker. Deze klemt tijdens het drogen





Afb. 9



Afb. 10

Zijaanzicht opening voor de midden toner.

tenslotte met schuurpapier pas maken voor de speaker.

Deze klemt tijdens het drogen de U-vorm.

Monteer met behulp van montagekit de PVC-bocht in het 80 mm gat van de achterplaat. Ook het stukje pijp van 65 mm kunt U in de bocht plaatsen zoals te zien valt in afbeelding 14.

Boor in de boven- en onderplaat een gat van 16 mm volgens afbeelding 15.

Verlijm nu de onder en bovenplaat en zorg daarbij dat de 16 mm gaten recht tegenover elkaar komen.

Verlijm en knevel ook de voet en het tussenstuk. Verlijm en knevel nu ook de satelliet zoals afgebeeld in de figuren 17 en 18.

Het voetstuk wordt nu op de bodem van de baskast gelijmd en het tussenstuk op de bodem van de satelliet. Let bij dit laatste goed op, de linker satelliet heeft de tweeter links en de rechter satelliet heeft de tweeter rechts; ze zijn

dus elkaars spiegelbeeld.

Het wordt nu tijd om aan de verbindingen te gaan denken. Het handigst is het om daarvoor banaanbussen in de kasten te verlijmen. U kunt natuurlijk ook een gat boren en het snoer doorvoeren en afdichten met montagekit.

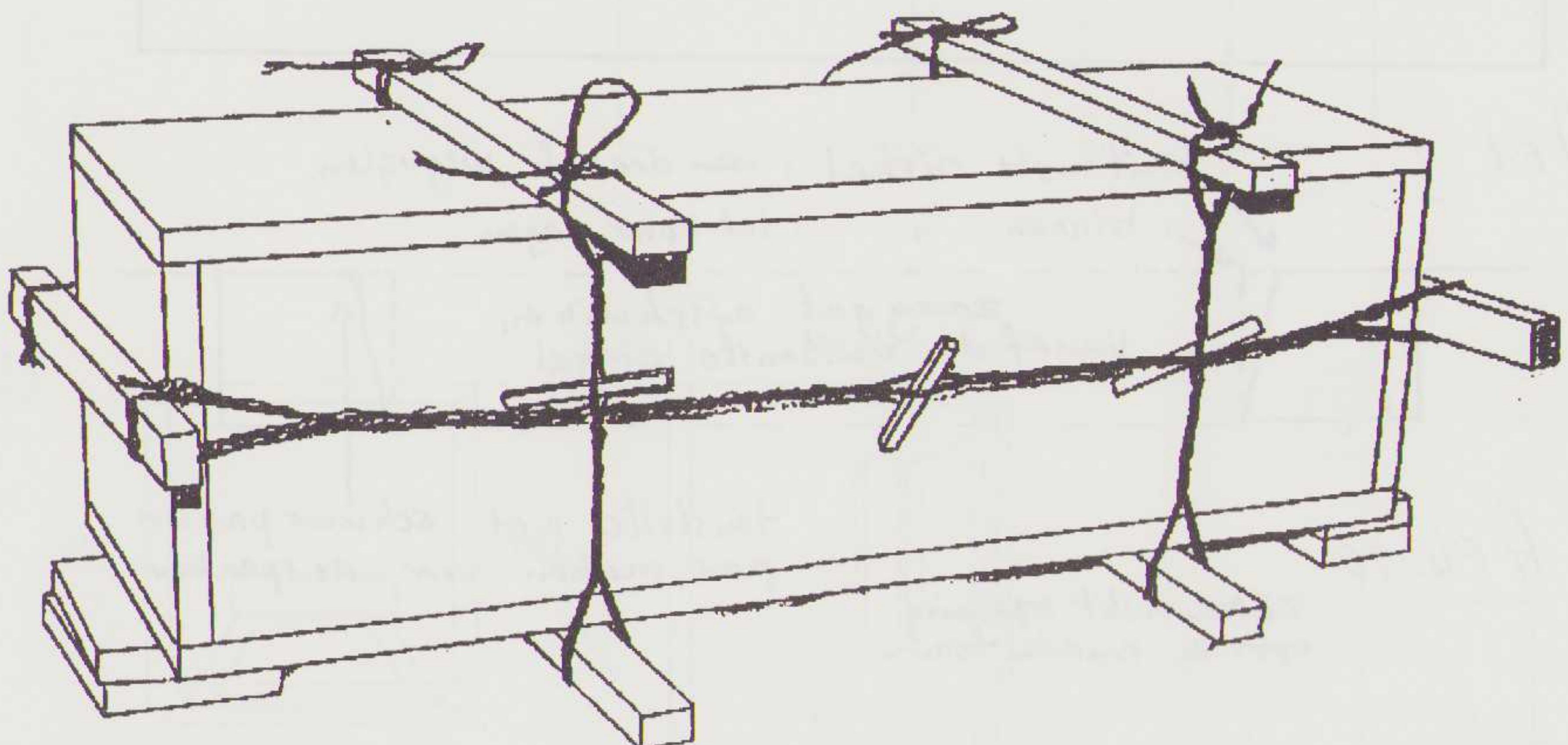
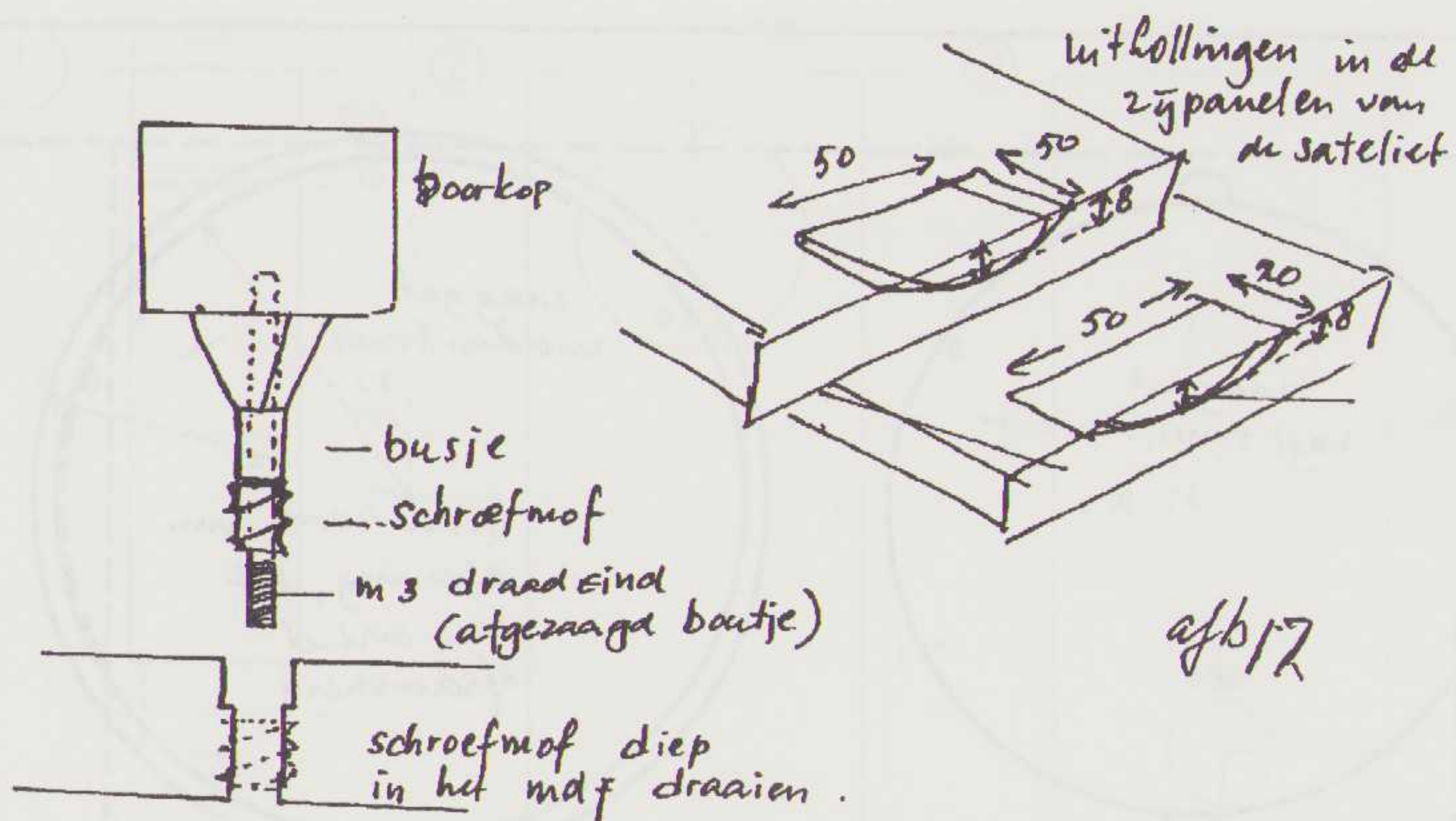
We gaan nu uit van banaanbussen.

Boor in de bodem van de satelliet 4 gaten van 6 mm en in de bodem van de baskast, vlak binnen de rand van het voetstuk 2 gaten van 6 mm. Voer nu de snoeren door en merk die snoeren tevoren met een viltstift aan beide zijden. Voor de baskast heeft U een snoer nodig van 1 meter (of twee massieve draden) en voor de satelliet twee snoertjes van 25 à 30 cm. Door elk 6 mm gat komt een ader. Soldeer die aders aan de banaanbussen en let daarbij op de polariteit. De plus-ader komt aan een rode bus en de min-ader aan een zwarte. Alle isolatie, ringen en moeren van de banaan-

bussen kunt U weglaten, behalve de buitenste rood- of zwart-gekleurde ring. Breng nu een beetje montagekit aan op de randen van de 6 mm gaten en tik de banaanbussen in de gaten.

Stop nu de BAF in de kasten. In de baskast komt een opgerold stuk van 75 x 50 cm en de satelliet wordt opgestopt met een stuk van 50 x 50 cm. Zorg daarbij dat de aansluitsnoeren uit de gaten voor de speaker units blijven hangen.

Verbind de andere uiteinden van de snoeren met de luidspreker units en schroef de units vast. Let op de polariteit! Voer nu twee luidsprekersnoeren van 1 meter lang door de 16 mm PVC-buis. Het mag natuurlijk ook massief draad zijn. De uiteinden aan de bovenzijde van de kast worden voorzien van 4 banaanstekers, twee rode en twee zwarte.



Filtermontage

Indien we de maximale kwaliteit uit het systeem willen halen dan verdient het aanbeveling om geen printplaat te gebruiken. Neem een dun stukje triplex en leg daar de filtercomponenten op logische wijze op. Waar de verbindingen moeten komen wordt een klein koperen spijkertje in het triplex geslagen. De onderdelen worden met behulp van montagekit op het triplex verlijmd en de aansluitdraden worden aan de koperen spijkertjes gesoldeerd. Maak met een viltstift merktekens voor de aansluitingen van de drie units en de aansluitingen van de versterker. Het triplex plaatje wordt onderin de voet geschroefd. De nog loshangende verbindingssnoeren van de tweeter en de middentoner worden op maat afgeknipt en met het filter verbonden.

Voor de basunit wordt een kort extra snoertje met twee banaanstekers gemaakt en met het filter verbonden. De aansluitingen naar de versterker kunnen verbonden worden met twee extra banaanbussen in de achterzijde van de voet. Het is ook mogelijk het verbindingssnoer van de versterker ineens aan het filter vast te maken zonder tussenkomst van banaanstekers. Zorg dan wel voor een heel goede trekbelasting. Zet het geheel op zijn voet en verbind nu de snoeren met de satelliet.

Opstelling

De luidsprekers kunnen 3 à 4 meter uit elkaar geplaatst worden en liefst minstens 30 cm van alle objecten en muren verwijderd. De baskasten kunt U laten lijnen met de achterliggende wand.

De satellieten dienen zodanig verdraaid te zijn dat de hartlijnen elkaar kruisen op 1 meter voor de luisterplaats.

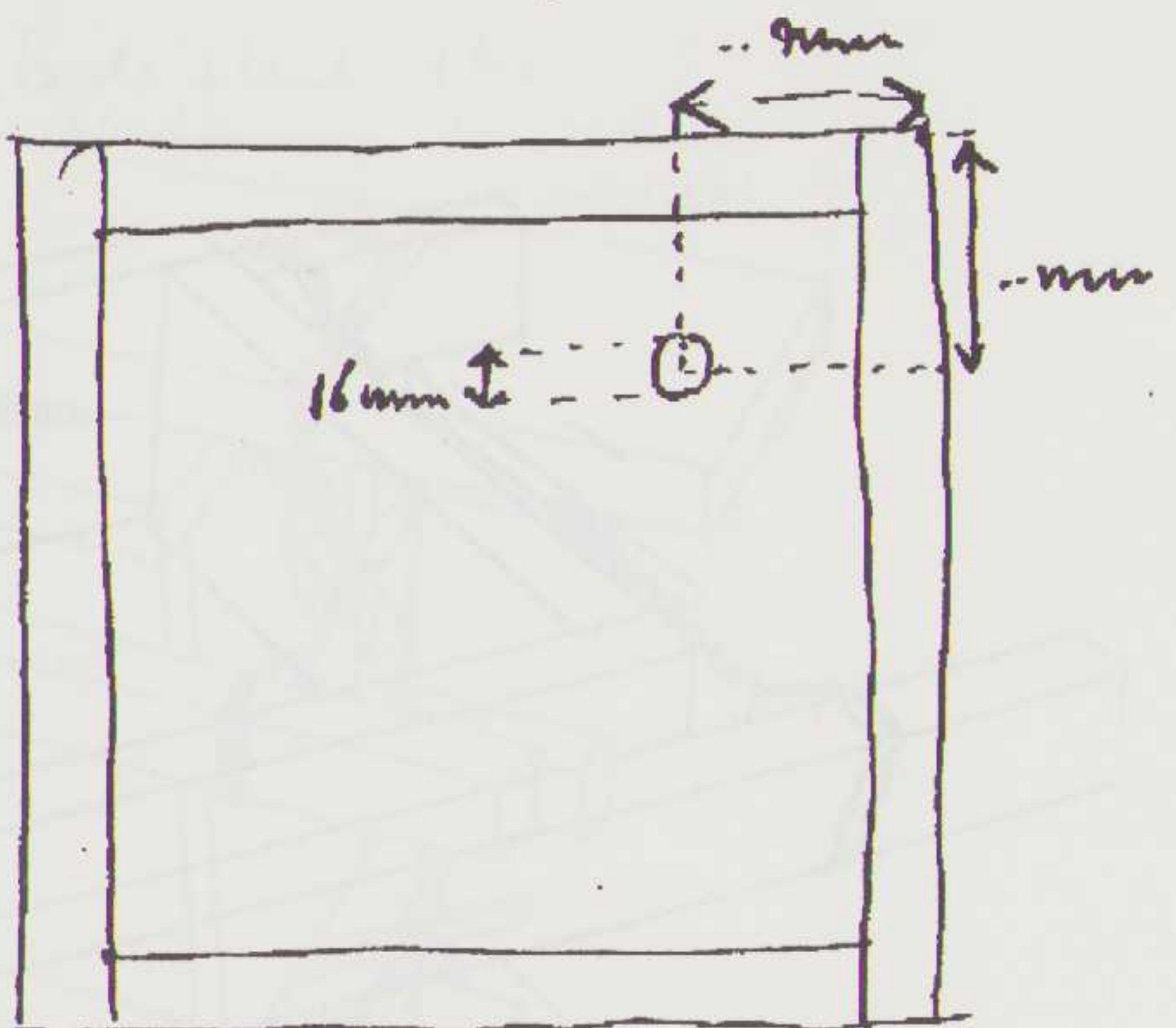
Slot

Zoals met veel zaken in hi fi heeft ook dit systeem enige tijd nodig voordat het optimaal klinkt. Bij normaal gebruik stabiliseert het geluidsbeeld na omstreeks twee weken. Het resultaat daarna is ronduit verbluffend. U zult echter de handen uit de mouwen moeten steken om onze ervaringen te kunnen delen.



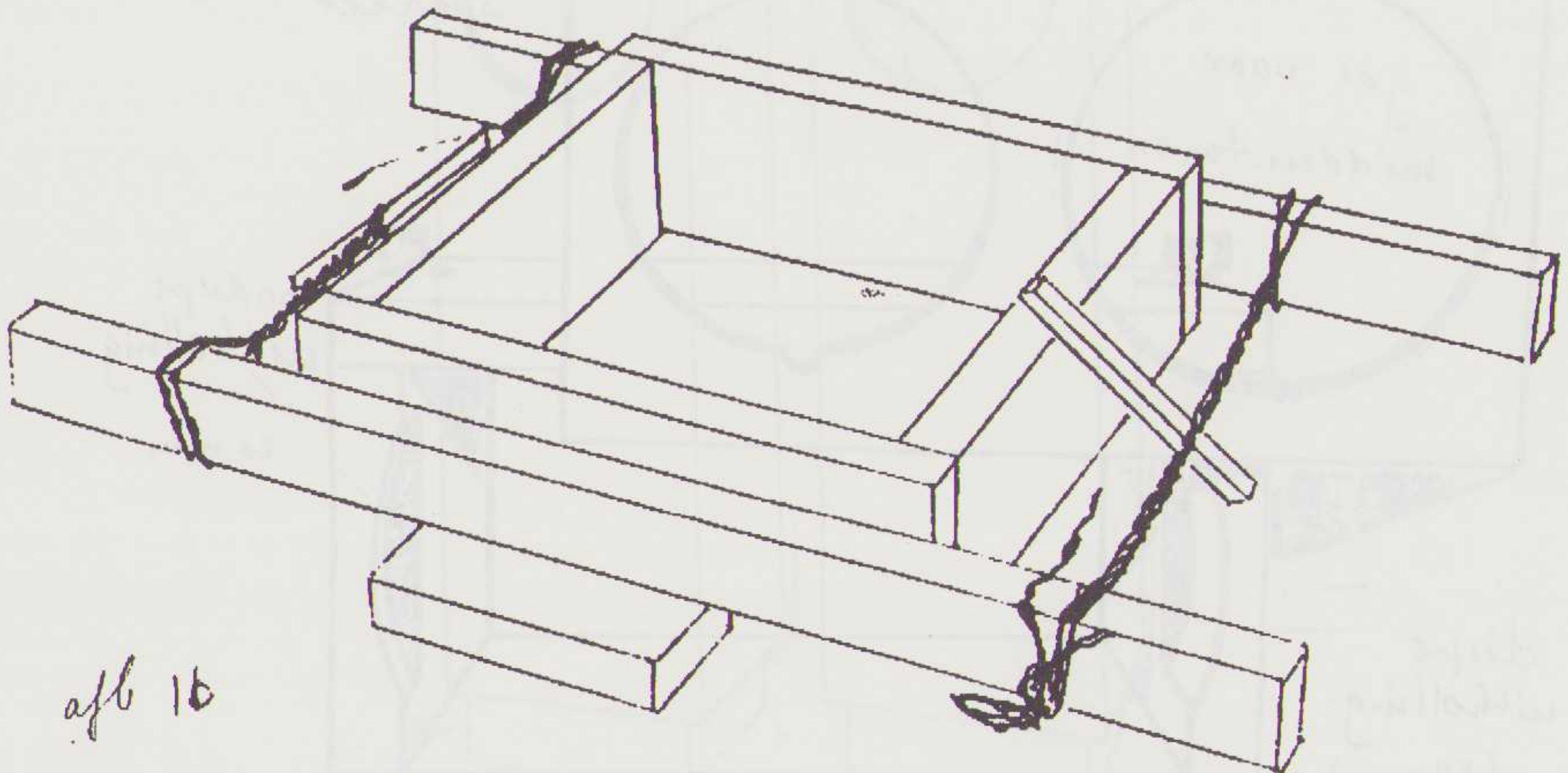
dormide baskart 200
 met daarin
 de basreflex-
 poort:
 p.v.c hoek +
 verlengstuk

afb 14

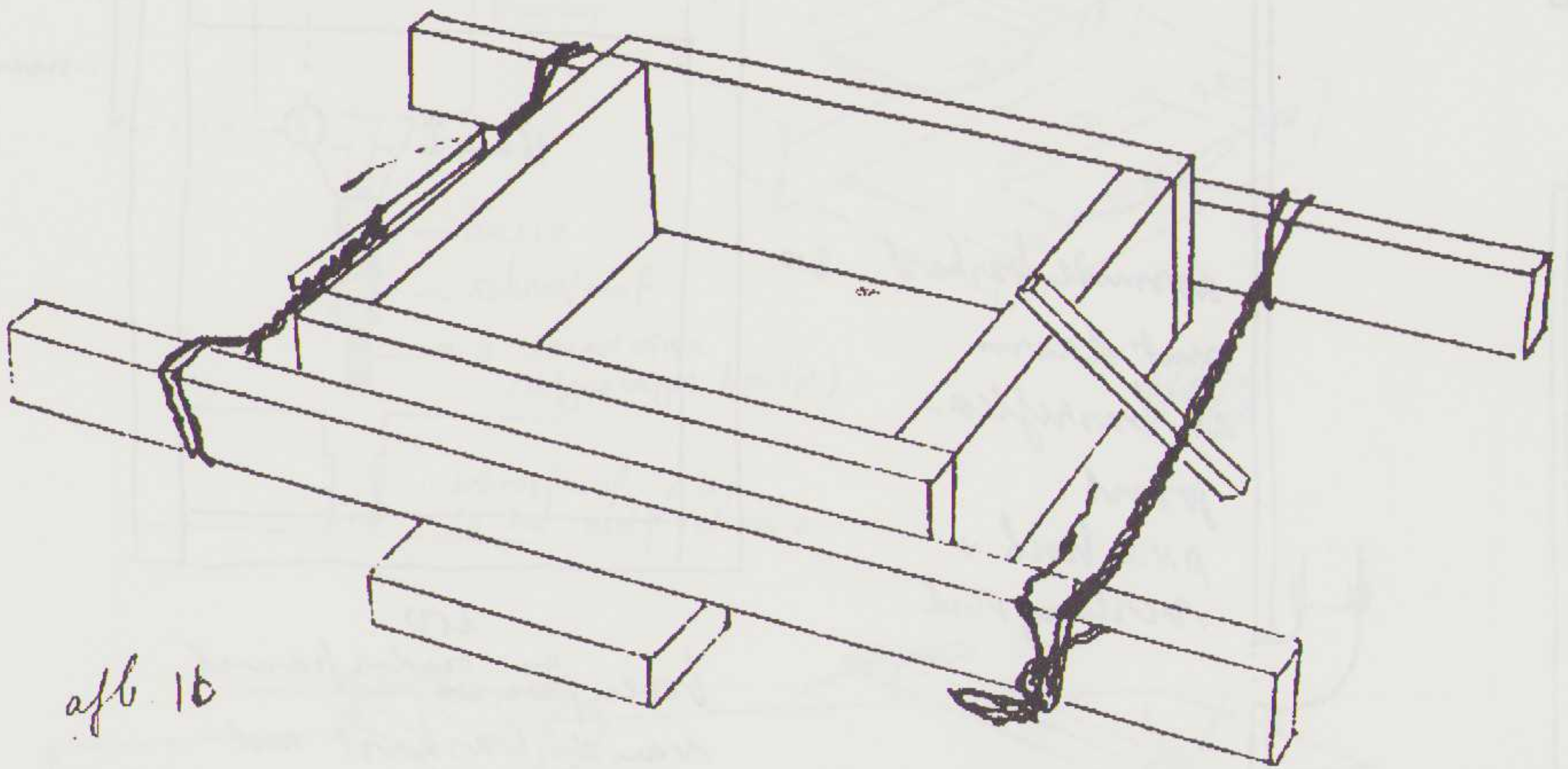


200
 boven ~~pannel~~ ^{voor} onder pannel
 van de baskart met
 de doorgang dunne p.v.c. pijp

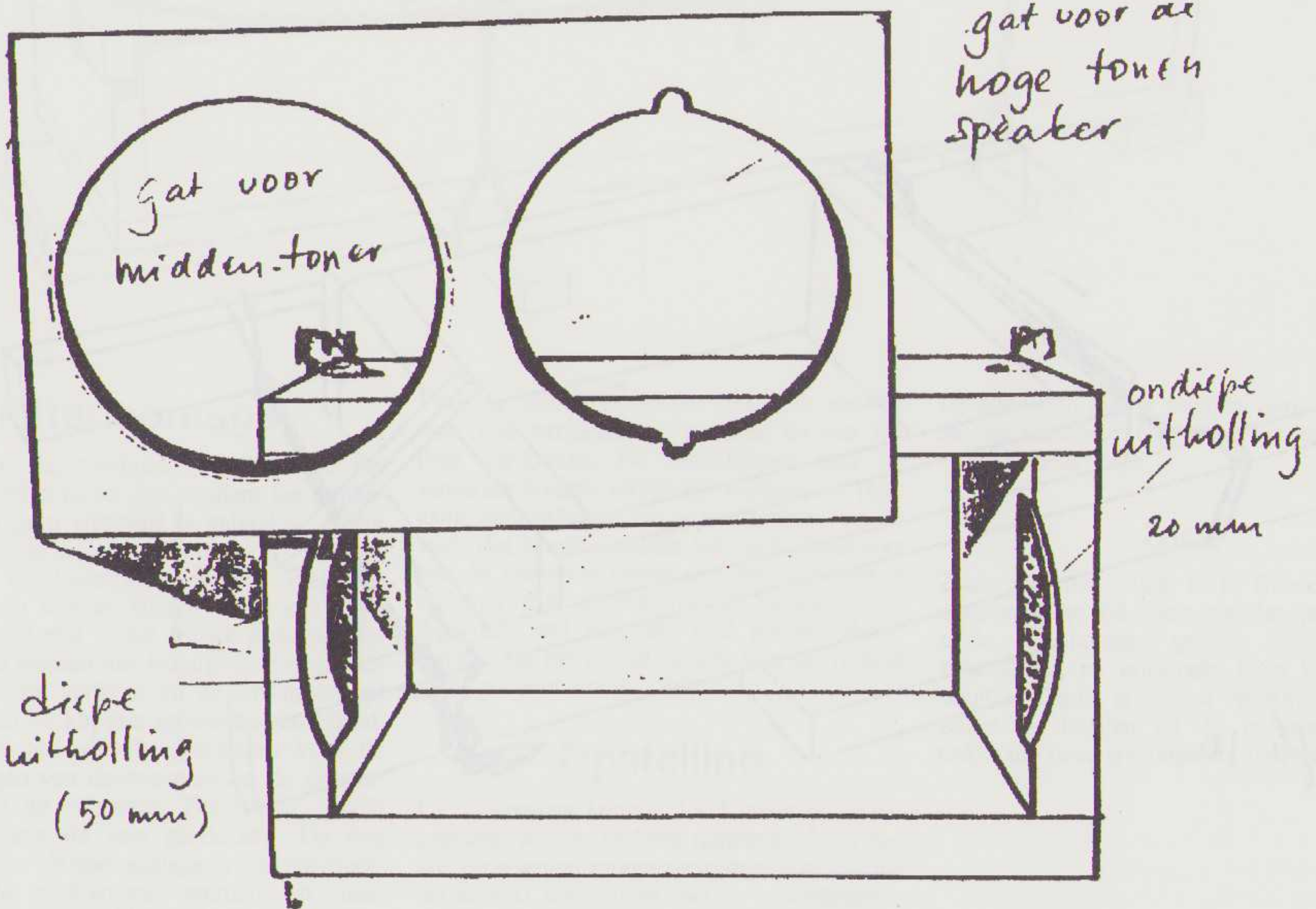
afb. 15



afb 16



afb. 1b

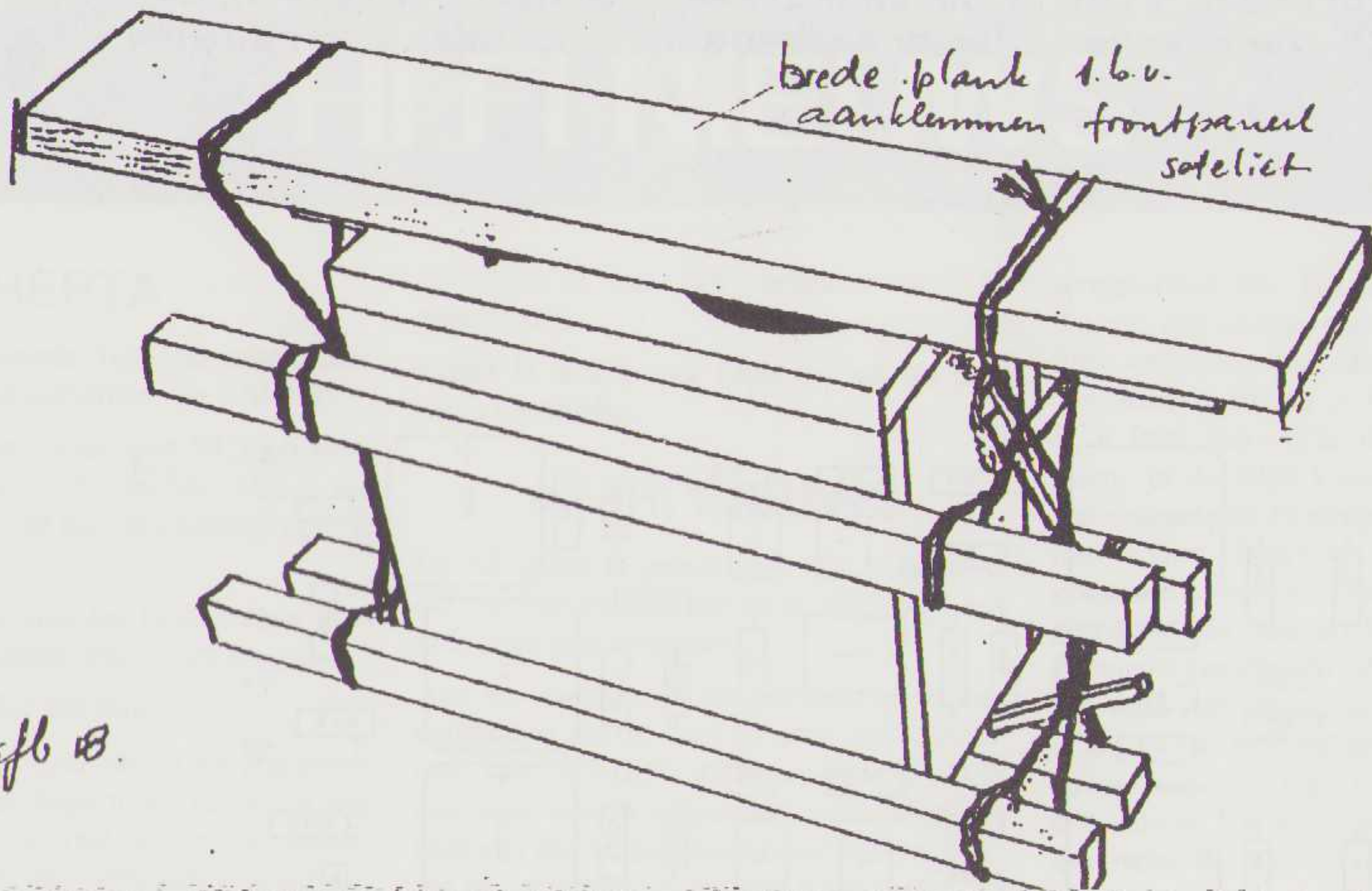


gat voor de
hoge tonen
speaker

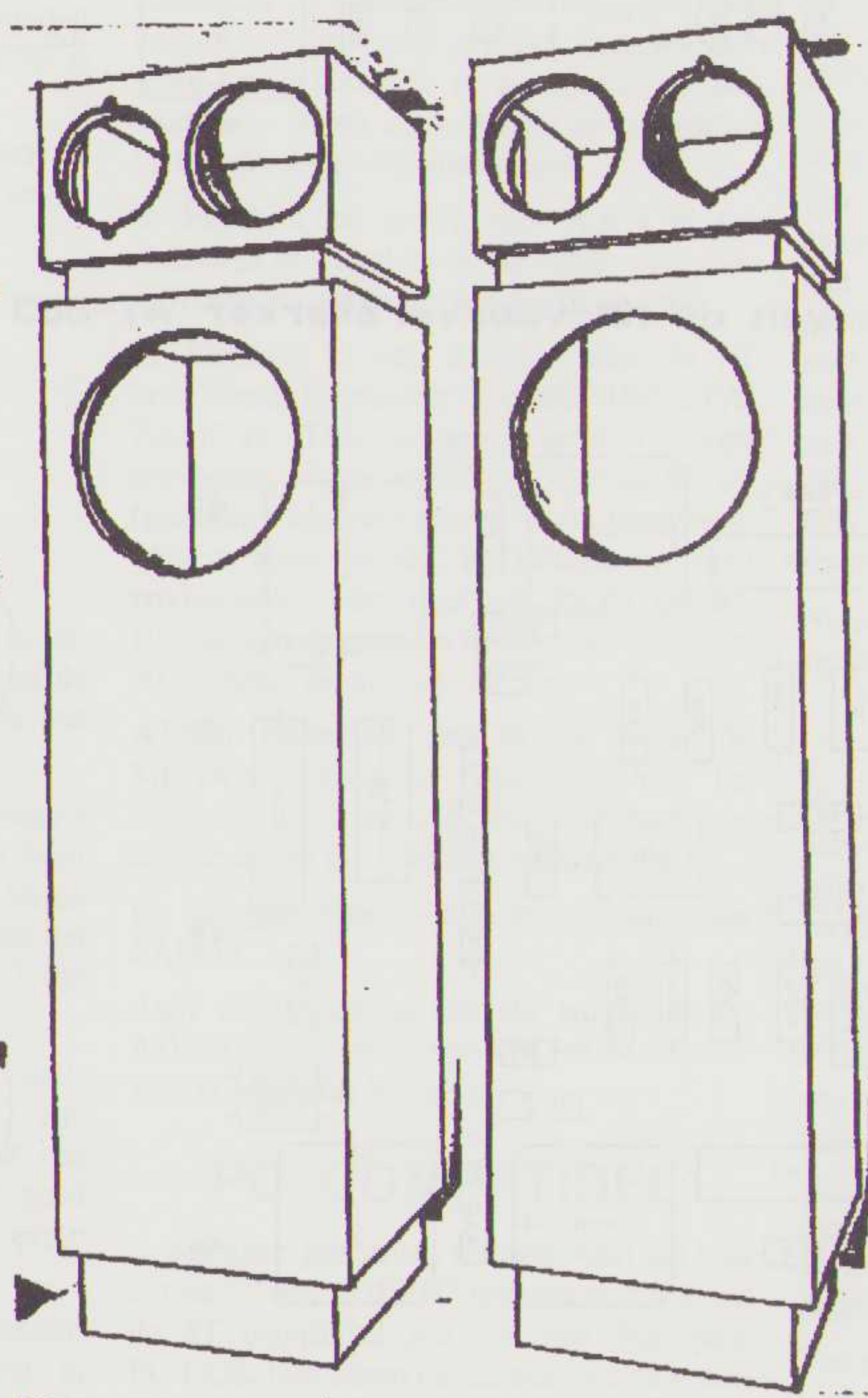
gat voor
midden-toner

ondiepe
witholling
20 mm

diepe
witholling
(50 mm)

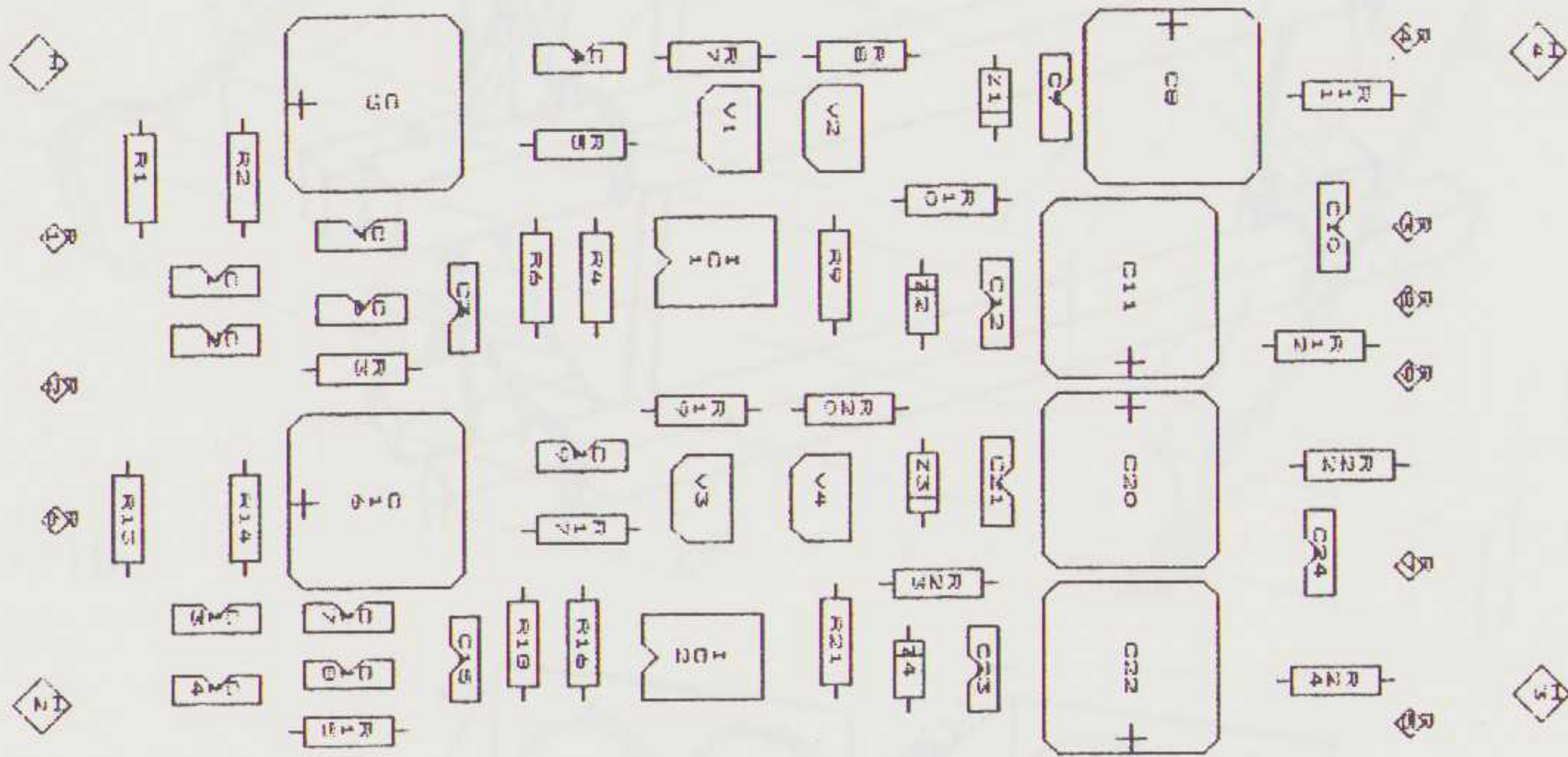


afb 18.

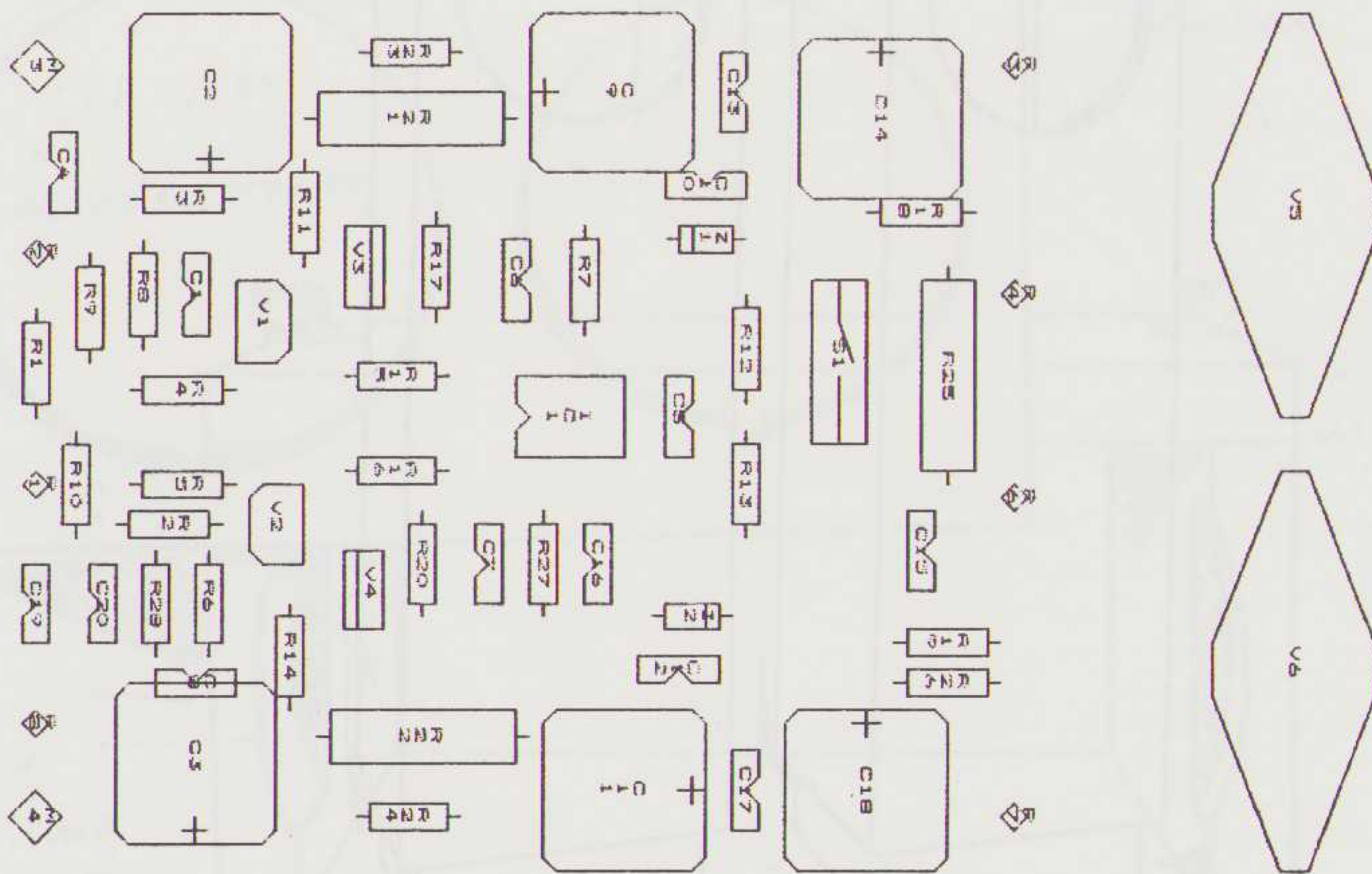


De

Hieronder ziet U de opdrukken van de prints van de SA-15 versterker. De draadbrug is inmiddels verdwenen!



Opdruk van de MM-voorversterker AT-883



Opdruk van de eindversterker AT-881

HI FI NIEUWS

HEPTA

Deze vanouds bekende fabrikant introduceert dit jaar een nieuwe luidspreker, de **FACET**.

De slanke attractieve kast meet 95,5 cm hoog x 26 cm breed en 27,5 cm diep. Het is een drie-weg systeem met kantelfrequenties op 700 en 3000 Hz.

Opmerkelijk is dat voor het (6 dB!) filter geen printplaat maar massief draad werd toegepast.

De prijs is fl. 1.175,- per stuk.

In het Hepta programma vinden we nog steeds de **TWEETY**, een hoge tonen kastje dat wat verder doorloopt dan veel oudere luidsprekers en als extra op de bestaande luidspreker geplaatst kan worden. Deze Tweety is er nu al meer dan 10 jaar (proficiat Chris) en biedt voor velen een uitkomst zonder dat er diep in de beurs getast hoeft te worden. De prijs is fl. 99,- per stuk.

Deze en andere Hepta-modellen zijn tijdens de Firato te beluisteren in het Congres Centrum.

Meer informatie bij :

Hepta

Ooievaarstraat 20 - 26

1506 XM Zaandam

tel. 075-173264

AUDIO BEURZEN

Naast het bekende spektakel in de RAI en omgeving (Firato en Novotel) is er in dezelfde periode ook een beurs in Dusseldorf en wel van 26 augustus tot 1 september 1988.

Er is een onderbreking geweest van enkele jaren. Nu echter is het weer zover. Men heeft er wel een combinatie van Audio en Video van gemaakt. Dat is begrijpelijk als je weet dat bij de eerdere audio beurzen er slechts 7 van de 12 hallen in gebruik waren.

De Dusseldorfse beurs onderscheidt zich positief van het Amsterdamse gebeuren. Er zijn "stille" hallen, waar je uitsluitend met een koptelefoon iets kan horen en er zijn goed geïsoleerde ruimten voor de High End exposanten.

Dit jaar is er extra aandacht voor de toekomstige geluidsdragers en daarmee wordt in hoofdzaak de satelliet-omroep bedoeld. U kunt met Uw eigen oren vaststellen hoever men

gevorderd is met (het verbeteren van) de digitale radio.

Indien U er tijd voor heeft kunnen we deze beurs aanbevelen.

ATARI NIEUWS

De ST groeit in populariteit. Het is nu zover dat, na veel leverproblemen in 1987, men ook in Europa gaat produceren.

Aan de vraagkant is het bijzonder te kunnen constateren dat de Atari ST-serie geen concurrent voor MS-DOS is. De meeste MS-DOS machines worden aangeschaft voor gebruik op kantoren etc. in hoofdzaak voor tekstverwerking en het beheer van (kleine) bestanden.

De belangstelling voor de Atari-ST komt in hoofdzaak uit particuliere hoek waar de ST als home-computer wordt gebruikt. Er is ook een grote groep afnemers in de (grafische) ontwerpsfeer. Steeds meer Atari's zijn te vinden bij architecten en reclame bureaus.

In Engeland zie je erg veel Atari's in het onderwijs en vooral op universiteiten waar men er wetenschappelijke programma's op draait.

In Duitsland is veel software voor de ST ontwikkeld. Programma's als SIGNUM, GFA-BASIC en STAD zijn terecht wereldwijd goed ontvangen. De belangstelling voor de ST als (grafische) tekstverwerker is in de Bondsrepubliek zo groot dat NEC in Duitsland een extra produktielijn opzet voor zijn P6-P7 printers. Het Signum programma is specifiek voor deze NEC-printer geschreven.

ATARI Nederland stelt in het najaar 50 MEGA-ST's gratis ter beschikking voor het onderwijs in Nederland. Per set wordt een laserprinter en een hard disk meegeleverd.

De sets gaan waarschijnlijk in hoofdzaak naar PABO's.

Atari distribueert nu ook de programma's : ADIMENS-ST versie 2.2 (Ned) en de tekstverwerker Microsoft Write.

PC-COMPATIBEL

In een apart persbericht vermeld Atari vol trots dat de ST een "OPEN" systeem is, d.w.z. dat de ST compatibel zou zijn met MS- resp. PC-DOS. Niet alleen dat de schijven uitwisselbaar zijn, zelfs de Atari harddisk zou PC-files kunnen bevatten. Wij menen dat dit bericht beter niet de wereld ingestuurd had kunnen worden. Waar het om gaat is dat ASCII-files

uitwisselbaar zijn. Dat is echter niets nieuws. Vrijwel alle soorten computers kunnen ASCII files verzenden en ontvangen. Het voordeel van Atari is dat de 3 1/2 inch schijven van PC's (niet van AT's, die zijn 1,2 MByte!) ineens in de Atari kunnen worden gestoken. Het draaien van PC-programma's is echter iets heel anders. Daarvoor moet eerst MS-DOS geemuleerd worden. Dat kost tijd en geheugenruimte en daarna kunnen de PC programma's (vertraagd!) op Atari draaien. Dat is een verre van ideale situatie. Nieuw van Atari is een 5 1/4 inch diskdrive, de PCF-554, die zowel voor een ST als voor MS-DOS gebruikt kan worden. De winkelprijs van deze drive is omstreeks fl. 500,-. We gaan hem voor U uitproberen!

ST SOFTWARE

DBMAN heeft een versie 4.0 uitgebracht. Daarin zijn enkele GEM functies aangebracht waarmee bijv. schijfbewerkingen gestuurd kunnen worden. De instructie set is uitgebreid en daarmee is het programma bijna compatibel met DBase III. De GEM functies werken goed. De Pull-Down menu's en aanklikschermen voor bestandskeuze etc zijn een uitkomst voor degenen die Atari gewend zijn. Gelukkig gaat dit alles niet ten koste van de snelheid. Tot nog toe is dit een van de snelste data-bases op Atari. Vooral als je hem in een RAM-Disk zet!

Helaas zijn de demo-programma's die met versie 4 meegeleverd worden niet best en

Het luidspreker programma was door ons ontwikkeld op een MS-DOS machine. Het programma werd gemaakt in BASIC en vervolgens gecompileerd in een "EXECUTE" file. Daarmee win je snelheid en het wordt verhinderd dat anderen in het programma knoeien.

We hebben het daarna omgezet naar 3 1/2 inch diskette. Met PC-DITTO kan het dan ook op ATARI draaien. Vervolgens bleek het moeilijk met PC-DITTO en MS-DOS 3.2 het programma op een ATARI ST te vermenigvuldigen.

Ten einde raad hebben we de originele BASIC versie omgezet in GFA-BASIC. Deze laatste basic kan ook gecompileerd worden en is heel snel. Bovendien is de schermopmaak via GFA-BASIC veel mooier dan op een PC.

LEZERSPOST

We ontvingen heel veel reacties op het eerste nummer van de herverschenen A&T. Veel lezers (en importeurs) feliciteerden ons met deze nieuwe uitgave en wensten ons succes. We danken iedereen van harte en voelen ons gesterkt door deze algemene steun. Hartelijk dank. We ontvingen ook meer technische reacties en commentaar op de gepubliceerde schema's. We geven dat hieronder verkort weer.

Brief 1

Ik ben zelf ook een tamelijk fanatieke hobbyist op het elektronica gebied, en dan met name audio- en meetapparatuur. Bijgaand treft U een door mij ontworpen voorversterker aan. Als ingangskeuze heb ik de Elektuur busprint van "The Preamp" gebruikt. Het geheel vindt ik goed klinken, het is een ruimtelijk en los geluid. Als eindversterker gebruik ik een ook

zelf ontwikkelde Mos-Fet versterker met Translator Impact-4 luidsprekers.

Ik ontvang graag Uw reactie.

Rob Scheepens

Den Bosch

Antwoord:

Hieronder is de basisschakeling te zien.

$I_1 = 300 \mu A$

$I_2 = 2.5 \text{ mA}$

$I_3 = 5 \text{ mA}$

De gehele regelversterker bestaat uit 4 van dergelijke blokjes :

1 trap met passief filter voor de 1e RIAA correctie

1 trap met correctie in de tegenkoppeling voor RIAA

1 ingangsbuffer

1 lijnversterker

Ons commentaar :

De stroom in de eerste trap is zeer laag. Dat lijkt gunstig als je naar de specificaties van de transistoren kijkt echter het ruisgetal bij de gegeven ingangsimpedanties daalt als de stroom hoger gekozen wordt. Bovendien is de kans op thermische vervorming lager. Wij zouden kiezen voor minimaal 1 mA per transistor ook in de ingangstrap van de phono voorversterker.

In plaats van de dioden kun je beter een transistor toepassen daar de temperatuur compensatie dan beter is.

Aan de ingangen heeft U MKT (polycarbonaat) condensatoren gebruikt. Het klinkt vriendelijker en dieper indien U daar ten minste een kleine (10NF) polystyreen aan parallel zet dan wel de condensator vervangt door MKP (polypropyleen) eveneens met een styroflex parallel.

De gekozen versterkingsfactor van V4 is zeer hoog. Dat veroorzaakt instabiliteit waardoor C3 noodzakelijk wordt. Door meer "lokale" tegenkoppeling en minder "overall" tegenkoppeling wordt het geluid nog "losser".

Indien de schakeling opnieuw gemaakt wordt lijkt het ons wenselijk om per trap 4 transistoren weg te laten. Een transistor is en blijft een krom ding en hoe minder hoe liever!

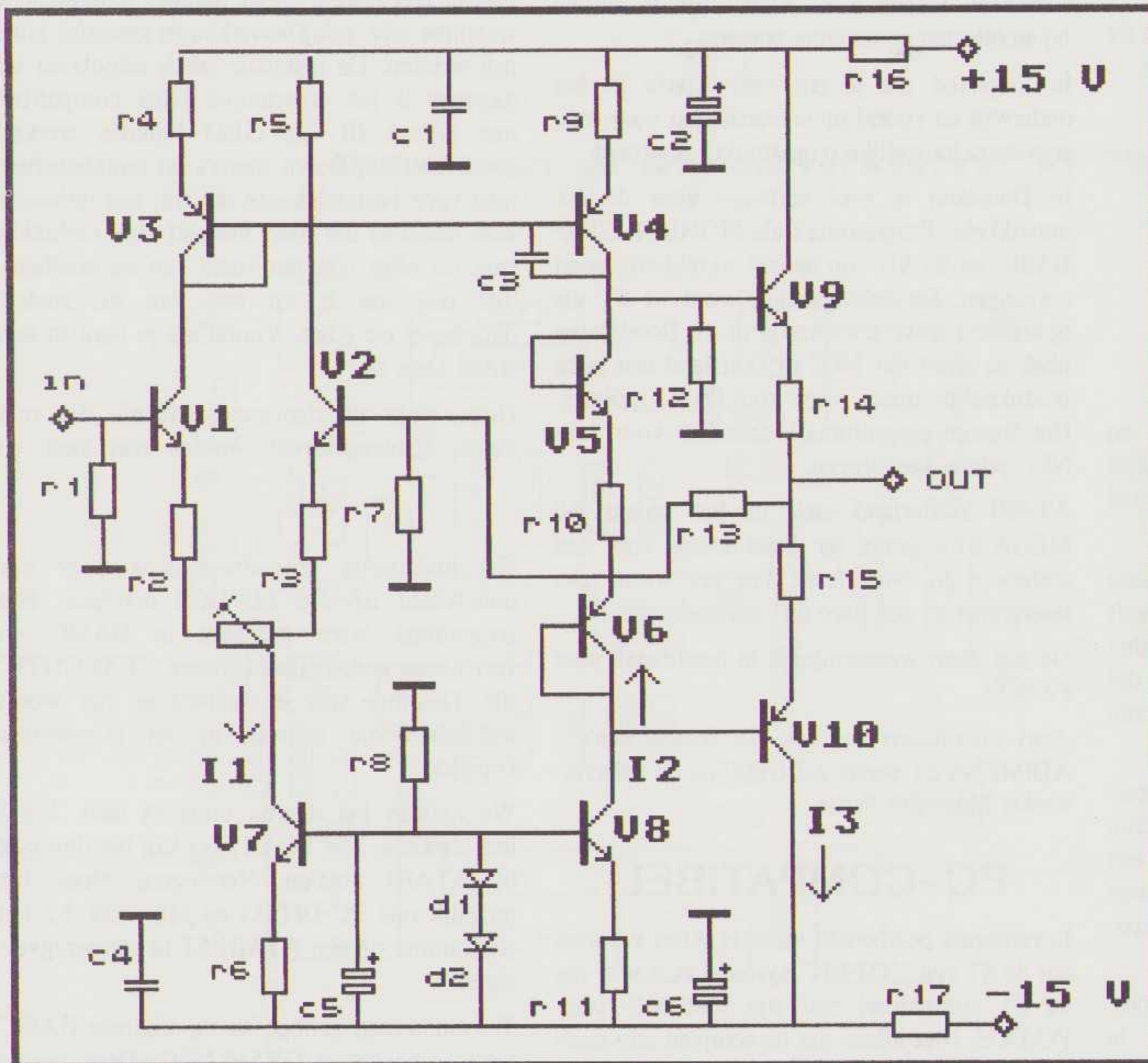
Wellicht met het door U gebruikte element voor U niet interessant maar wel voor anderen: de ingangsimpedantie van de phono ingang is te laag.

Ten slotte vragen we ons af of de ingangsbuffer echt nodig is.

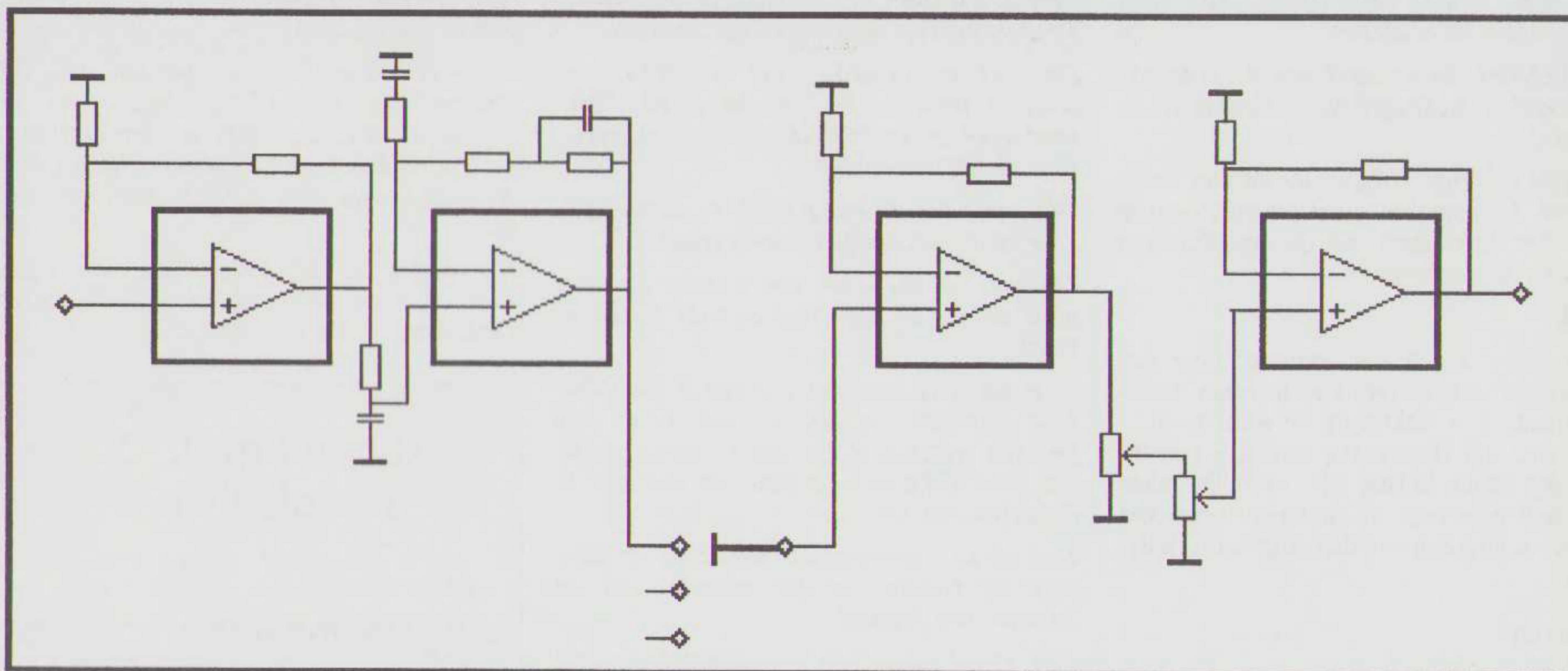
Voorgesteld alternatief :

De condensator aan de uitgang vormt samen met de parallel weerstand een kantelpunt, bijv. op 200 kHz. Zo'n configuratie bevordert de stabiliteit bij fase-raaiende belastingen zoals kabels!

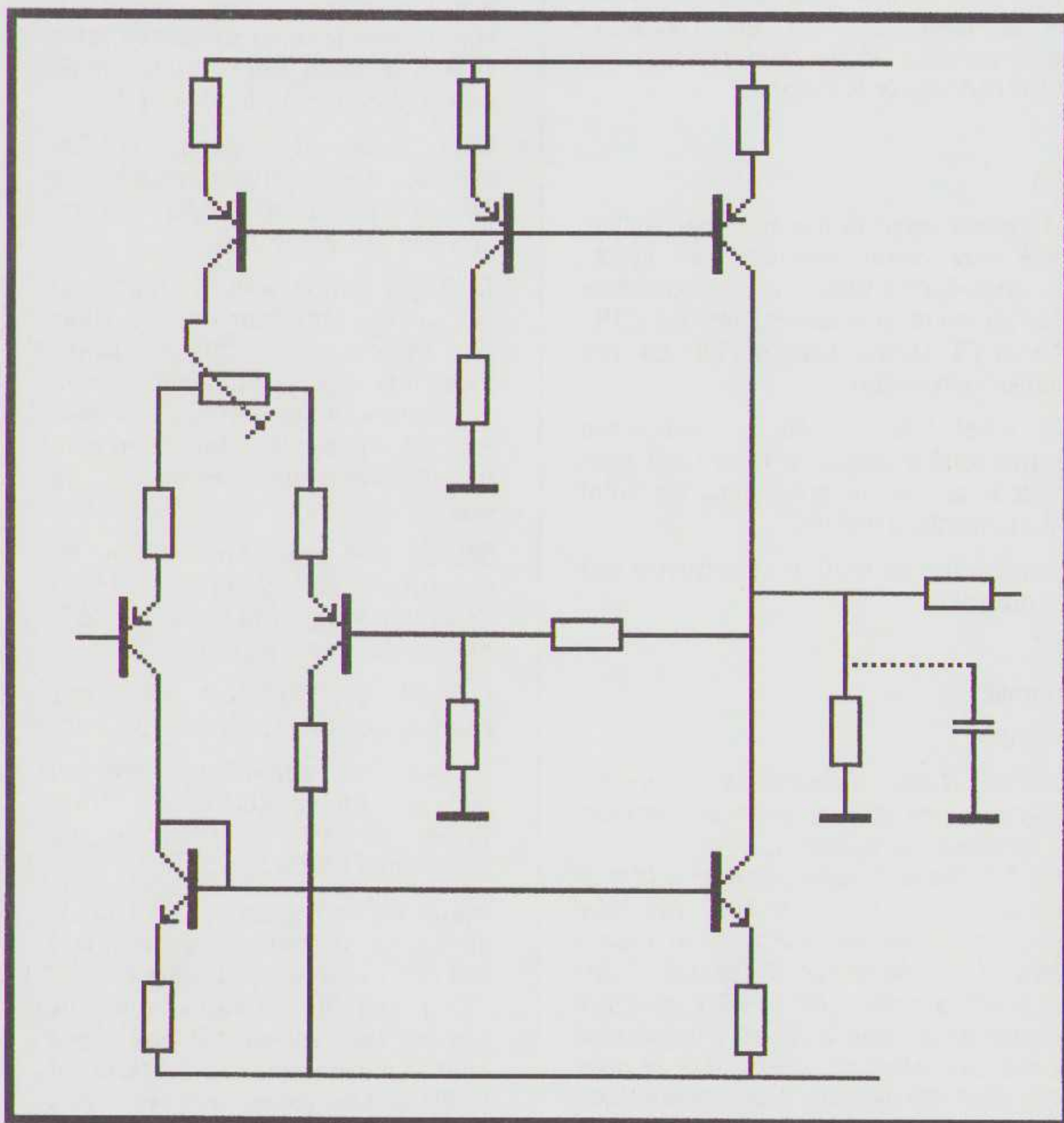
Veel succes.



LEZERSPOST



Blokschema van de regelversterker van Rob Scheepens



door ons voorgesteld alternatief

Brief 2

Tot nu toe ben ik zeer tevreden over de SA-10. Bij vergelijkingen met bijv. de Rotel eindversterker of met de Harman Kardon PM 660 en PM 645 wint de SA-10 het met gemak. Je hebt wel luidsprekers nodig met hoog rendement (>92 dB). Ik zou graag een vergelijkende test zien tussen de SA-10, de SA-15 en de A20 met daarnaast handelsversterkers.

W.v.d. H.

Maarssen

Antwoord:

Beste Win.

de door jou gevraagde vergelijking willen we (liever) niet maken. Daar zijn een aantal redenen voor:

1. Het is een vergelijking tussen appels en peren. Bij zelfbouw ben je eerder (voor een lager bedrag) in staat om op een aantal punten een goed resultaat te krijgen.

2. We kiezen bij onze ontwerpen voor andere uitgangspunten dan bij een commercieel ontwerp. Voor commerciële producten is het bijv. belangrijk hoeveel bedieningsmogelijkheden er zijn en hoe laag de vervorming is resp. hoe hoog het uitgangsvermogen is.

Bij ons staat de muzikale kwaliteit voorop. We vinden het zeker niet belangrijk om bijv. 2 stel luidsprekers aan te kunnen sluiten (A-B luidsprekerkeuze) ook al omdat zo iets afbreuk doet aan de geluidskwaliteit. Rotel vormt hier overigens een uitzondering: bij de nieuwste typen kun je de luidsprekers zonder tussenkomst van een schakelaar rechtstreeks op de eindversterker aansluiten. In dit verband is het ook nuttig om ons prioriteitenlijstje uit A&T

88/1 eens naast een folder van een versterkerfabrikant te leggen!

3. Vergelijking tussen zelfbouw en commerciële produkten wekt ergernis bij detaillisten en importeurs.

4. In onze artikelen proberen we de verschillen tussen de bouwsets zo goed mogelijk aan te geven. Het liefst laten we de vergelijkingen echter over aan onze lezers.

Brief 3

Bij een vriend zag ik het eerste nummer van het, tot mijn vreugde, uit de as herrezen Audio & Techniek. Een reactie op de Akai produkten. Ik vind dat U zich vrij eenzijdig met dit merk bezig houdt. Luister bijv. wat CD-spelers betreft ook eens naar de duurdere typen van Denon (o.a. voorzien van dempingsmateriaal!).

J.M.

Eindhoven

Antwoord:

Akai was een der eerste fabrikanten die ons persinformatie toestuurden. Opmerkelijk aan de besproken CD-spelers is het Akai prijskaartje. Ze zouden bijna de Atari slogan kunnen overnemen: "Power without the Price". Desondanks blijven we de Akai produkten kritisch volgen. De Denon spelers komen zeker ook aan de beurt.

Brief 4

Kunt U een lijstje geven van aanbevolen boeken etc.. Ik ben een leek op het technische vlak.

E.d.F.

Oostburg

Deze vraag wordt met regelmaat gesteld. Dit komt mede doordat wij proberen hi-fi kwesties in een technisch perspectief te plaatsen: dat is voor leken inderdaad minder begrijpelijk (gelukkig zitten er ook technici in de lezerskring). We hebben nogal wat bezwaren tegen populair-wetenschappelijke publikaties daar deze de nadruk leggen op algemeen geldende begrippen, zoals THD, Vermogen etc., zonder een verband duidelijk te maken met hoorbare resp. subjektieve ervaringen of gegevens. Ook de Teleac cursus van vorig seizoen is op dit punt niet duidelijk en helpt je eerder van de wal in de sloot. Om dit met een voorbeeld te adstrueren:

Een stoel heeft de volgende specificaties:

hoogte zitting = 60 cm

breedte zitting = 30 cm

diepte zitting = 40 cm

hoogte rugleuning = 100 cm

Dit zijn weliswaar objektieve gegevens, maar ze zeggen nog niets over het zitcomfort. We kunnen nu een subjektief gegeven toevoegen:

"Bij de test bleek de stoel goed te zitten en na 1 uur was er nog geen sprake van zitmoetheid."

Dit lijkt nu duidelijk, het is echter niet duidelijk **waarom** de stoel lekker zit. Daarvoor moet je verder kijken dan de maatgegevens van de timmerman.

"De vorm van de zitting en de rugleuning zijn door de ontwerper ergonomisch bepaald."

Dit kan wel een reden zijn waarom de stoel goed zit, hij is aangepast aan de lichaamsvorm.

"De zitting is voorzien van een 5 cm dikke laag polyether met een SG van 33 en een gesloten celstructuur. Bij een lichaamsgewicht van 50 - 70 kg past het materiaal zich aan de lichaamsvorm aan."

Ook dit kan bijdragen tot **begrip** bij de lezer voor de kwaliteit en het **waarom** van de kwaliteit van de stoel.

Een aantal zaken zijn onontbeerlijk om een beter begrip voor de werking van elektronica te verkrijgen. Het beste kun je daarvoor gewone leerboeken gebruiken, bijv. het "Leerboek der Elektronica Deel I t/m IV" van Dirksen. In sommige bibliotheken kunt U het naslaan. Heel inzichtelijk zijn ook de schriftelijke cursussen voor a.s. Radio-Zend-Amateurs van de V.E.R.O.N. en de V.R.Z.A..

Brief 5

Ik ben geïnteresseerd in literatuur over Audio-Techniek voor zowel beginnende als gevorderde audio-hobby-isten. In verschillende tijdschriften wordt geadverteerd met het "JK-filter" voor CD-spelers. Gaat het hier om een belangrijke verbetering?

In het artikel "IC's in Hi Fi" wordt een stappenverzwakker genoemd. Ik heb zelf geen computer maar met het programma (en hulp) kom ik er misschien wel uit?

Wat klinkt beter: de A-20 of de versterker met buizen drivers?

C.M.Z.

Roermond

Antwoord:

Technische Audio literatuur is nauwelijks beschikbaar voor de particulier. Bij artikelen vindt U soms verwijzingen, bijv. naar het "J.A.E.S.". Dat is in ieder geval te vinden in de bibliotheek van de T.U. te Delft. Het enige tijdschrift met fundamentele audio-technische artikelen dat wij kennen is "l'Audiophile" (zie elders in dit nummer). Het JK-filter geeft een verbetering op de meeste 16-bits 2-voudige of 4-voudige oversampling spelers. Wilt U zeker van Uw zaak zijn dan kunt U een demonstratie vragen bij Uw handelaar, waarbij U Uw eigen CD-speler mee moet nemen en muziek die U heel goed kent. U kunt ook terecht bij JK

Electronics in 't Harde op de Veluwe (na telefonische afspraak).

Indien U een kennis heeft met een Atari ST computer dan kunt U met behulp van het schijfje een aantal alternatieven uitrekenen bijv. met verschillende stapgrootten (1 dB, 2 dB, 3 dB etc.) en met verschillende aantallen stappen.

Wij vinden dat de buizen-versie wat lossier klinkt dan de A-20. Echter ook de SA-15 klinkt lossier in vergelijking met de A-20.

Aanvulling L-80 beschrijving

Afwerking

(Noot van Wim Bakker)

Onze ervaring is dat MDF moet acclimatiseren. De vochtigheidsgraad van de lucht is van invloed op de uitzetting van het materiaal. Het klimaat in de ruimte waarin U werkt mag niet teveel verschillen van de ruimte waar de kasten later komen te staan, anders ontstaan er krimp-scheurtjes in het lakwerk.

Begin met alles goed vlak te maken. Eventuele overstekende randen kunnen afgevlind worden met een grote houtvijl.

De kopse kanten van MDF hebben een andere structuur dan de vlakken (overigens is dat bij spaanplaat nog erger). Plamuur daarom de kopse kanten met 2-komponenten- of epoxyplamuur. Eventuele hoogteverschillen verdwijnen nu ook.

Schuur met een schuurblokje en een fijne soort schuurpapier (160) de kasten vlak en plamuur zonodig hier en daar nog wat bij.

Gebruik als verfsoort een *matte* soort in de door U gewenste kleur.

De verf kan aangebracht worden met een kleine kortharige roller. Breng de verf gelijkmatig en vooral niet te dik aan.

Nadat de verf gedroogd is kunt U de kasten nogmaals schuren met een nog lichtere soort schuurpapier (200) schuren. Daarna opnieuw een verflaag rollen. Na drie lagen kunt U overgaan op waterproof (300) schuurpapier om een nog fraaier oppervlak te krijgen.

